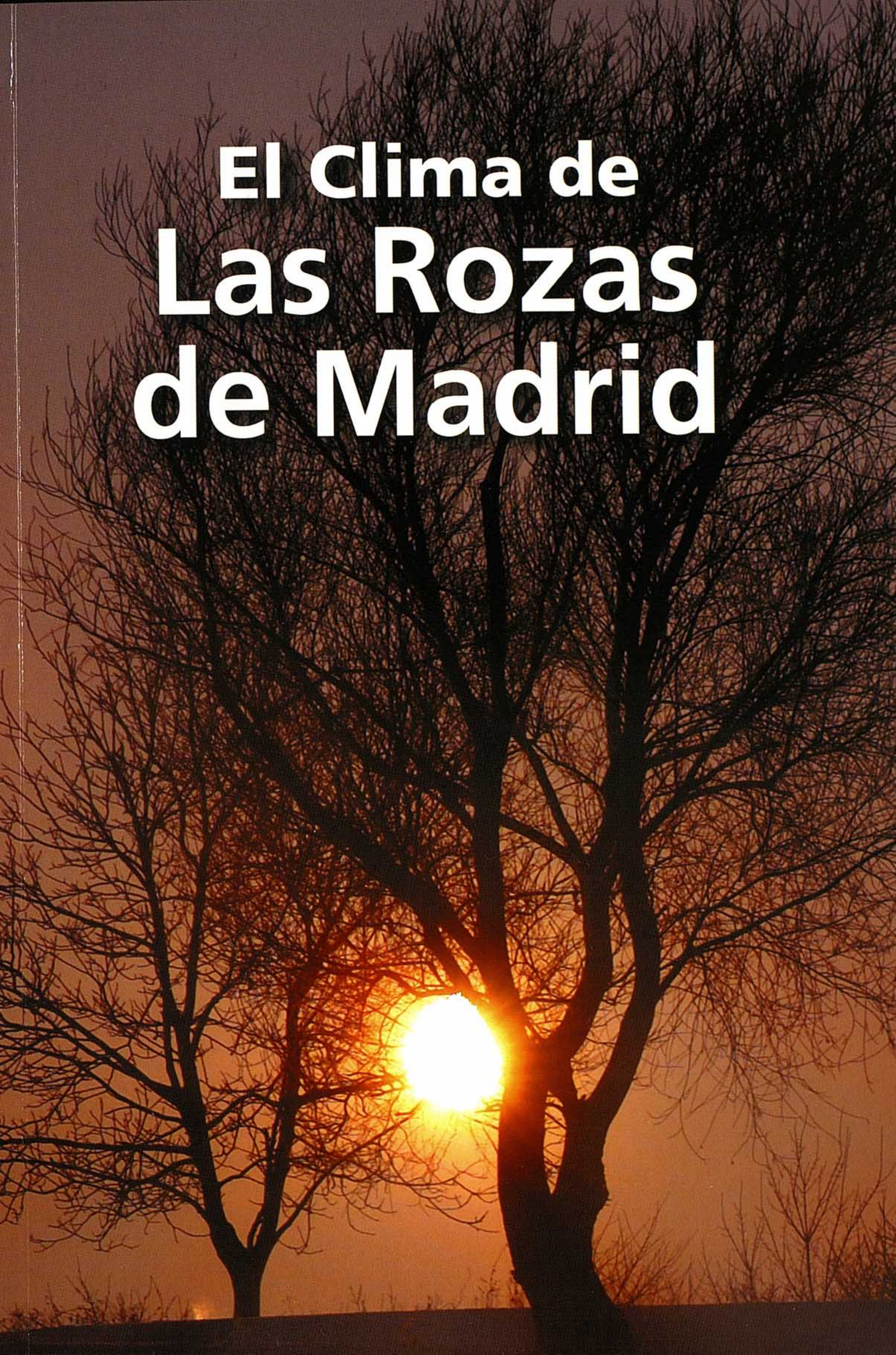
El Clima de Las Rozas de Madrid



El Clima de Las Rozas de Madrid

EL CLIMA DE LAS ROZAS DE MADRID

Autores:
Taller de Empleo de Desarrollo Sostenible - Concejalía de Economía y Empleo
Concejalía de Medio Ambiente

Fotografías:
De los autores, Jorge Molina Benito (Concejalía de Medio Ambiente de Las Rozas de Madrid), González-Amezúa SL, Fotolia.com

Infografía
De los autores, González-Amezúa SL

Diseño:
González-Amezúa, S.L.

Imprime:
Técnicos de Preimpresión y Asociados - TPA

Depósito legal: M-26056-2007

© 2007 Excmo. Ayuntamiento de Las Rozas de Madrid

Cubierta: Nick Stubbs-Fotolia
Foto página 10: Lyudmila Rudyuk-Fotolia

El Clima de Las Rozas de Madrid

Taller de **E**mpleo de **D**esarrollo **S**ostenible
Concejalía de **E**conomía y **E**mpleo
Concejalía de **M**edio **A**mbiente

Ayuntamiento de
Las Rozas

ÍNDICE

PRÓLOGO 8
PRESENTACIÓN 11
GENERALIDADES DEL CLIMA 13
Aspectos generales del clima, su influencia en el entorno 13
Clasificaciones climáticas 19
El clima en España 26
Diagramas de clima o climodiagramas 33
Variables meteorológicas y meteoros 36
Estaciones meteorológicas: medición de variables 43
Clima y vegetación 45
Influencia del clima en la fauna 52

EL CLIMA EN LAS ROZAS 65
Generalidades 65
Características climáticas básicas de Las Rozas 73
Climodiagramas de Las Rozas 105
Clasificaciones climáticas de Las Rozas 107
Índices fitoclimáticos de Las Rozas 110

CAMBIO CLIMÁTICO 115
Antecedentes 115
Causas antropogénicas de la variación climática 116
Cambios climáticos previstos para este siglo, y sus consecuencias 119
Afrontando la lucha contra el cambio climático: objetivos, instrumentos y estrategias 136
Acciones mitigantes del cambio climático 142
La lucha contra el cambio climático en el entorno del ciudadano 154

GLOSARIO DE TÉRMINOS 156
BIBLIOGRAFÍA 166
PÁGINAS WEB DE INTERÉS 169

PRÓLOGO

NUESTRO PLANETA, EL PLANETA VIVO, ES EXCEPCIONAL POR EL DESARROLLO SOBRE EL MISMO DE MÚLtiples formas de vida. Estas han ido modelando las condiciones ambientales que permiten su desarrollo, de manera que la gea, la atmósfera, el clima y la "biota" han caminado de la mano durante más de 3.000 millones de años para llegar felizmente hasta nuestros días.

Este resultado ecológico es el marco en el que se desarrollan las diferentes sociedades humanas, desde las más primitivas a las más tecnificadas, y en el desarrollo y evolución del hombre el clima ha jugado un papel fundamental.

Tanto es así que la historia de la evolución humana está ligada a grandes hitos climáticos que permitieron dar saltos de gran envergadura en la genealogía de los homínidos: los cambios en las condiciones de lluvia en el este de África permitieron la aparición del bipedismo (caminar sobre dos extremidades) al transformarse la selva en sabana ; los antiguos europeos, los Neandertales tuvieron su máximo apogeo en la última época glaciar a la que estaban perfectamente adaptados ; y la desaparición de los hielos y la suavización del clima permitieron la aparición y desarrollo de la agricultura con el hombre moderno y la implantación de los modelos sociales que se han venido desarrollando y perfeccionando hasta la actualidad.

Y ahora en el comienzo del segundo milenio el hombre tiene ante sí un nuevo desafío climático, producto de su propia actividad y que puede llegar a tener una enorme repercusión sobre su forma de vida.

Entendemos pues que el clima es elemento físico-ecológico fundamental y como tal este Ayuntamiento ha decidido dedicar un nuevo volumen sobre el Medio Natural de Las Rozas de Madrid a este aspecto tan importante y de enorme actualidad.

La necesidad de conciliar un uso adecuado del patrimonio natural con las acciones que buscan mejorar la calidad de vida de los ciudadanos debe constituir una inquietud permanente de las Administraciones. Por ello, el Ayuntamiento de las Rozas encontró en el Taller de Empleo de Desarrollo Sostenible la formula de conjugar estos objetivos.

Se apostó por un proyecto innovador que, con la colaboración de la Conserjería de Empleo y Mujer y la financiación de Fondo Social Europeo, logrará por un lado formar a desempleados del municipio en un área emergente considerada como yacimiento de empleo mejorando de esta manera sus posibilidades de inserción laboral. Y por otro, la elaboración de un Plan de Desarrollo Sostenible, que contribuirá desde un punto de vista estratégico a la toma de decisiones en materia de gestión medioambiental por parte de la Corporación.

Este libro ha sido llevado a cabo por los alumnos del Taller de Empleo como parte fundamental de su formación y experiencia profesional. Sin embargo, hubiera sido imposible sin la tutela del personal directivo y docente del Taller, y sin la indispensable dedicación de los técnicos de la Concejalia de Medio Ambiente

Este libro que pretende ser un instrumento divulgativo en el marco del Proyecto Las Rozas Sostenible, se configura en tres apartados netamente diferenciados.

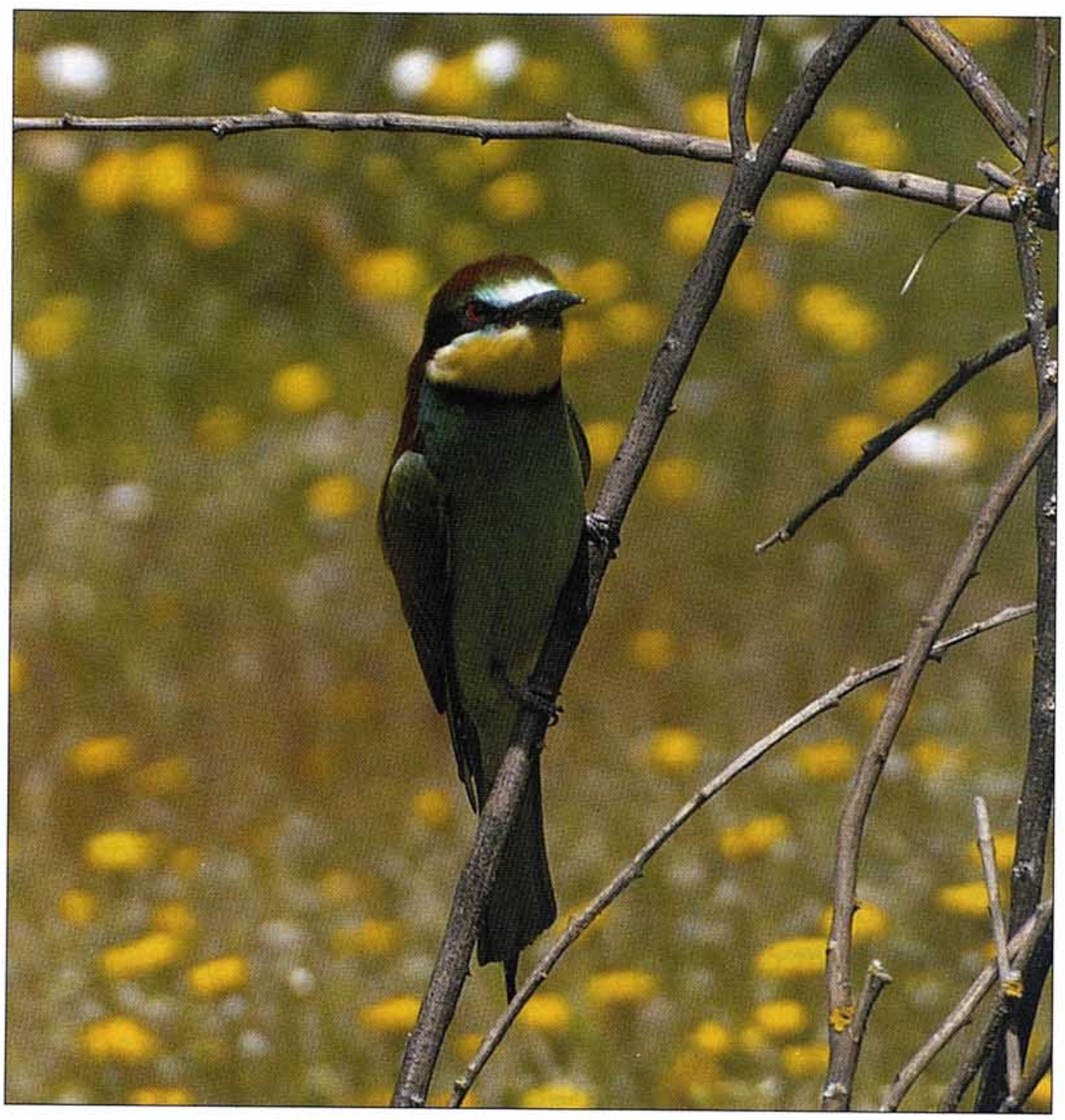
En la primera parte se pretende acercar al lector a los conceptos y conocimiento del funcionamiento general del clima, como forma de comprender la información que se arroja en posteriores capítulos.

En una segunda fase se aborda desde una óptica cercana el carácter, tipología y cuantos aspectos puedan resultar de interés en cuanto al clima y sus variaciones que podemos observar dentro de nuestro término municipal.

Por último y como colofón no se ha desaprovechado la oportunidad para concienciar al ciudadano medio del grave problema que se nos avecina con el cambio climático y aportar una serie de consejos que desde una óptica doméstica puedan ayudar a paliar los efectos del mismo.

Bonifacio de Santiago Prieto

ALCALDE DE LAS ROZAS DE MADRID



"El primer día de la primavera es una cosa y el primer día primaveral, otra diferente. Frecuentemente la diferencia entre ellas es más de un mes".

Henry Van Dyke (1852-1933) Escritor estadounidense.

INTRODUCCIÓN

La descripción de los factores condicionantes del clima resulta fundamental en el estudio del medio físico de una zona, ya que todos los elementos representativos y funcionales, tanto naturales (sobre flora y vegetación principalmente), como sociales de la misma (en cuanto a usos del suelo y otras actividades económicas), están directamente influenciados por ellos.

De hecho, la tradición, cultura y folclore popular están fuertemente influenciados por el clima y los fenómenos meteorológicos. Quién no conoce o ha escuchado alguna vez refranes o proverbios del tipo: *"Agosto seca las fuentes y septiembre se lleva los puentes"* o *"Marzo ventoso y abril lluvioso, traen a mayo florido y hermoso"*, etc.

El Ayuntamiento de Las Rozas presenta, con esta publicación, una descripción general de las condiciones climáticas que imperan en el municipio, mediante el desarrollo de diversos índices y variables que nos permitirán enmarcar el área de estudio en unos rangos climáticos determinados y bien definidos.

Para mayor claridad, se ha estructurado este libro en tres grandes bloques. En el primero se abordan conceptos básicos de climatología y meteorología, algunos de los cuales son de sobra conocidos, aunque otros no lo son tanto y puede ser de interés su explicación. También se expone la forma de recoger datos mediante las estaciones meteorológicas y para finalizar esta parte, se habla de la interrelación existente entre el clima, la fauna y la flora.

En el segundo se explica el análisis concreto realizado en el municipio de Las Rozas y algunas conclusiones interesantes.

Por último, en el tercero se trata el fenómeno, tan "popular" hoy en día, del cambio climático, sus causas, sus consecuencias y su posible influencia sobre el municipio de Las Rozas.

Se ha procurado en todo momento exponer con claridad y sencillez estos conceptos y por ello el lector encontrará numerosos ejemplos, curiosidades, imágenes, tablas, mapas, etc., que pueden facilitar la lectura y comprensión de esta obra.

Como reflexión que sirva de punto de partida, se puede concluir que, pese a todos los esfuerzos por estudiarlo y modelizarlo, *"El clima nunca es definitivo"*.

GENERALIDADES DEL CLIMA

ASPECTOS GENERALES DEL CLIMA, SU INFLUENCIA EN EL ENTORNO

El clima es el resultado de las interrelaciones surgidas entre la energía radiante procedente del Sol, la atmósfera y la hidrosfera.

Según la Real Academia de la Lengua Española (R.A.E.), el clima se define como el *conjunto de condiciones atmosféricas que caracterizan una región, quedando definidas estas condiciones por valores promedio*. Dichos valores se obtienen con la recopilación de la información meteorológica durante un periodo de tiempo suficientemente largo (lo que se denomina series históricas de datos meteorológicos). Según la escala a la que se quiera caracterizar el clima, se habla de clima global, zonal, regional, clima local o microclima.

El clima es un sistema en el que intervienen gran número de variables (que se tratarán más adelante), por lo que su comportamiento es muy difícil de predecir y, como mucho, se pueden realizar previsiones a corto plazo (de hecho, cuanto mayor es el horizonte temporal de la predicción, menor es su fiabilidad).

Para su estudio, entre otras cuestiones, es necesario tener en cuenta variaciones a largo plazo y a gran escala, tales como corrientes oceánicas, posición y deriva de los continentes, incidencia de la radiación y viento solar, variaciones en la órbita terrestre (precesión, excentricidad de la órbita, inclinación del eje de rotación), emisiones naturales, etc.

Una información muy valiosa para el conocimiento de estos parámetros, se obtiene estudiando los registros fósiles, los sedimentos, las marcas de los glaciares y las burbujas ocluidas en los hielos polares; es la llamada paleoclimatología.

Por último, pero no por ello menos importante, parece clara la necesidad de destacar la influencia del ser humano (fuente de contaminación, deforestación, emisiones nocivas, etc.) sobre el clima terrestre.

La integración de todos estos factores permite, hoy en día, tener un conocimiento cada vez mayor de la dinámica del clima.

En contra de lo que se considera en numerosas ocasiones el mismo término, hay que diferenciar entre *clima* de un lugar y *tiempo meteorológico o atmosférico*. El primer término, como ya se ha comentado, atañe a fenómenos que se suceden con regularidad en periodos de tiempo muy amplios. El segundo, hace referencia al estado de la atmósfera en un momento y lugar determinados, y es susceptible de cambiar rápidamente debido a desplazamientos de masas de aire (porción de aire con características uniformes de temperatura y humedad para una extensa región, que no se mezclan con otras que no posean sus mismas características). Podría decirse que el clima es la consecuencia de la sucesión de distintos estados del tiempo atmosférico a lo largo de la historia.

Por tanto, es necesario hacer esta distinción entre la *climatología* y la *meteorología*, ciencias que estudian los conceptos comentados, teniendo presente que la primera se basa en los análisis de la segunda.

A la hora de analizar el clima de una zona o región son muchos los parámetros a tener en cuenta, pero se pueden considerar como principales *la temperatura, las precipitaciones, la humedad, la presión y los vientos.*

Estas variables climáticas se ven condicionadas por una serie de factores como la latitud geográfica, la altitud del lugar, la orientación del relieve con respecto a la incidencia de los rayos solares o a la de los vientos predominantes, las corrientes oceánicas y la continentalidad, que es la distancia a una gran masa de agua (océano o mar).

Entre ellos, las temperaturas medias mensuales y la pluviometría mensual son los datos más importantes que normalmente se utilizan, mediante el tratamiento de series históricas recogidas a lo largo de los años, para los distintos estudios.

Estos datos se recogen en estaciones meteorológicas repartidas por todo el territorio y se procesan estadísticamente para la obtención de conclusiones. A este respecto, cabe destacar que en España es el Instituto Nacional de Meteorología (I.N.M.) el organismo que posee una red de estaciones más extensa y cada vez, gracias al creciente uso de la tecnología digital, más competa, precisa y sistemática. Sin embargo, también existen otras entidades que están haciendo un importante esfuerzo a la hora de implantar una red propia de estaciones como es el caso del Ayuntamiento de Las Rozas de Madrid.

La *latitud geográfica* se define, según la R.A.E., como la *"distancia que hay desde un punto de la superficie terrestre al Ecuador, contada en grados de meridiano"**.

La latitud unida a la inclinación del eje terrestre determina el grado de inclinación de los rayos del Sol que inciden sobre la superficie y, por tanto, propician la diferencia de la duración del día y la noche así como el cambio de las estaciones.

Esto último es debido a que cuanto más directamente incide la radiación solar, más calor recibe la Tierra. Una mayor inclinación en los rayos solares provoca que éstos tengan que atravesar mayor espesor de atmósfera atenuándose más que si incidieran perpendicularmente.

A mayor altitud con respecto al nivel del mar, menor temperatura. Según Gandullo J.M. (1994), en aire no saturado de humedad la temperatura baja 0,98 °C al subir 100 metros en altitud. Si el aire se encuentra saturado, este *gradiente* se reduce a 0,55 °C/100m. cerca de la superficie terrestre y es mayor a gran altitud.

La altitud de una región determina la delimitación de los *pisos térmicos* respectivos.

PISO	ALTITUD	TEMPERATURA (°C)	CLIMA
Macrotérmico	De 0 a 1 km	Entre los 20 y 29 °C	Pluviosidad variable
Mesotérmico	De 1 a 3 km	Entre los 10 y 20 °C	Montañoso
Microtérmico	De 3 a 4,7 km	Entre los 0 y 10 °C	Típico de páramo
Gélido	Más de 4,7 km	Menos de 0 °C	Alta montaña (nieve)

Nota: kilómetros referidos a alitud respecto al nivel del mar.

Pisos térmicos existentes en la zona intertropical.

*La R.A.E. define la *altitud* como *"la distancia vertical de un punto de la Tierra respecto al nivel del mar"*.

Pisos térmicos. Se aprecia la zona de nieves perpetuas causadas por la altitud.

La *orientación del relieve* es otra variable a tener muy en cuenta. La disposición de las cordilleras más importantes con respecto a la incidencia de los rayos solares determina dos tipos de vertientes o laderas montañosas: de *solana y de umbría*. En el hemisferio Norte, al norte del trópico de Cáncer, las vertientes de solana son las que se encuentran orientadas hacia el sur, mientras que al sur del trópico de Capricornio (hemisferio Sur) las vertientes de solana son, obviamente, las que están orientadas hacia el norte. En la zona intertropical, las consecuencias de la orientación del relieve con respecto a la incidencia de los rayos solares no resultan tan marcadas ya que una parte del año el sol se encuentran incidiendo de norte a sur y el resto del año en sentido inverso.

La orientación del relieve con respecto a la incidencia de los vientos dominantes (los vientos planetarios) también determina la existencia de dos tipos de vertientes: de *barlovento y de sotavento*. La vertiente barlovento es la parte de donde viene el viento, la parte expuesta. A la inversa, el sotavento constituye la

parte opuesta a aquella de donde viene el viento. Llueve mucho más en las vertientes de barlovento porque el relieve da origen a las lluvias orográficas, al obligar al ascenso forzado de las masas de aire húmedo provocando que el aire a sotavento llegue seco *(efecto fohen).*

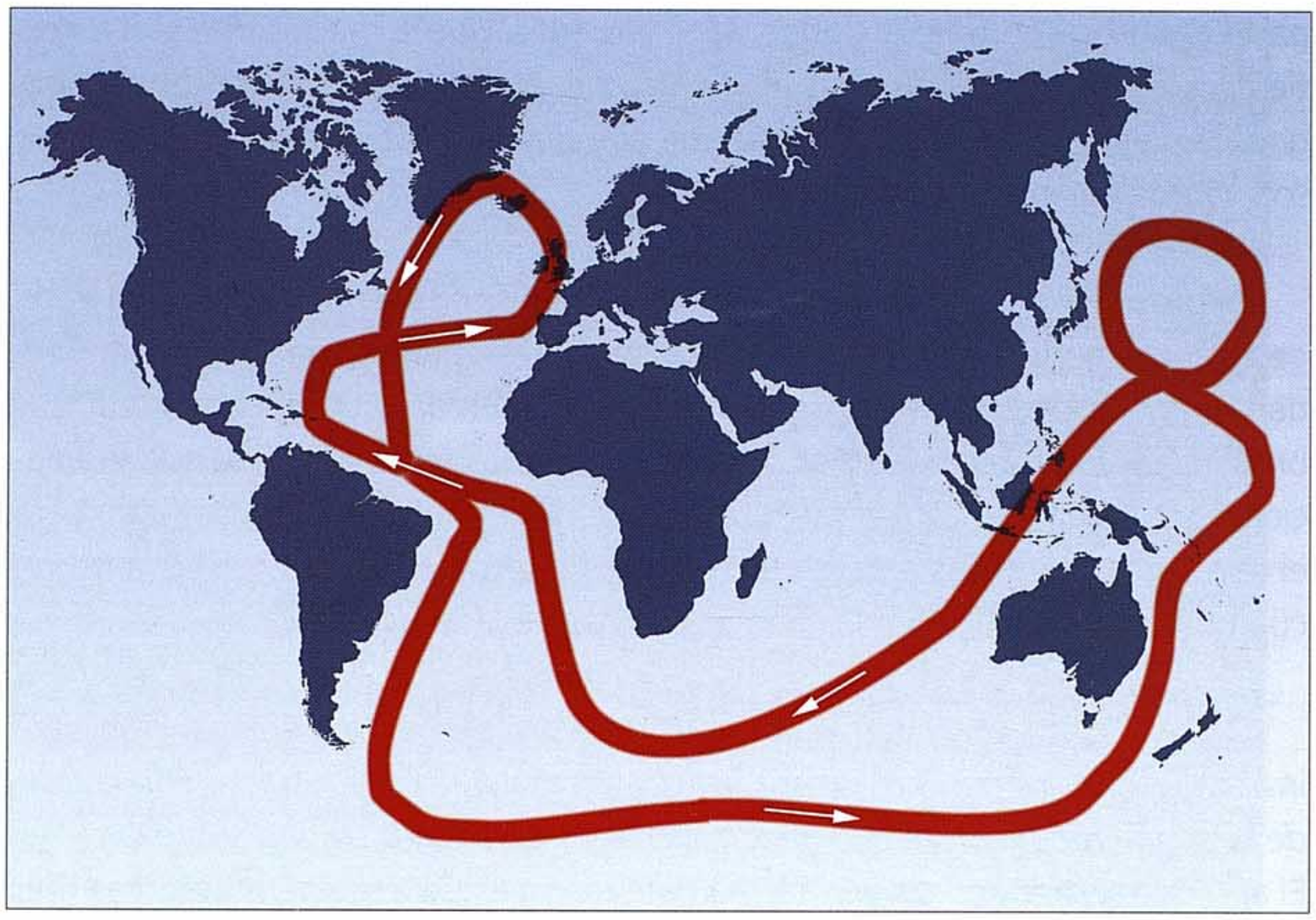
La proximidad del mar determina el grado de *continentalidad* de una zona geográfica, moderando las temperaturas extremas y proporcionando más humedad en los casos en que los vientos procedan del mar hacia el continente. Las brisas marinas atenúan el calor durante el día y las terrestres limitan la irradiación nocturna. En la zona intertropical, este mecanismo de las brisas atempera el calor en las zonas costeras ya que son más fuertes y refrescantes, precisamente, cuanto más calor hace (en las primeras horas de la tarde).

Una alta continentalidad, en cambio, acentúa la *amplitud térmica*. Provocará inviernos fríos y veranos calurosos. La continentalidad *es el resultado de la falta de la acción moderadora que tienen las masas de agua próximas sobre el clima*. El alto calor específico del agua le permite mantenerse a temperaturas más frías en verano y más cálidas en invierno respecto a la tierra, lo que es lo mismo que decir que el agua posee una gran inercia térmica que suaviza los extremos tierra adentro.

Las corrientes marinas o, hablando con mayor propiedad, las *corrientes oceánicas*, se encargan de trasladar una enorme cantidad de energía en el sentido de los meridianos y explican en algunos casos las anomalías climáticas más importantes del hemisferio Norte.

Destaca la influencia de la Corriente del Golfo, que trae aguas cálidas desde las latitudes intertropicales. Las corrientes frías también ejercen una poderosa influencia sobre el clima. En la zona intertropical producen un clima muy árido en las costas occidentales de África y América, tanto del Norte como del Sur.

La frialdad de las corrientes se debe al ascenso de aguas profundas en dichas costas occidentales de la Zona Intertropical. Ese ascenso lento pero constante es muy evidente en el caso de la Corriente de Humboldt o del Perú, una zona muy rica en plancton y en pesca, precisamente por el ascenso de aguas profundas que traen a la superficie una gran cantidad de materia orgánica. Como las aguas frías producen alta presión atmosférica, la humedad relativa en las áreas de aguas frías es muy baja y las lluvias son muy escasas o nulas: el desierto de Atacama es uno de los más áridos del mundo.



Corrientes oceánicas.

Los motivos de la surgencia de las aguas frías se deben a la dirección de los vientos planetarios en la zona intertropical y a la propia dirección de las corrientes ecuatoriales (del Norte y del Sur). En ambos casos, es decir, en el caso de los vientos y de las corrientes marinas, el desplazamiento se produce de este a oeste (en sentido contrario a la rotación terrestre) y alejándose de la costa. A su vez, este alejamiento de la costa de los vientos y de las aguas superficiales, crea las condiciones que explican el ascenso de las aguas más profundas, que vienen a reemplazar a las aguas superficiales que se alejan. Por último, en la zona intertropical, los vientos son de componente Este debido al movimiento de rotación de la Tierra, por lo que en las costas occidentales de los continentes en la zona intertropical soplan del continente hacia el océano, por lo que tienen una humedad muy escasa.

A una escala mucho más reducida, este fenómeno puede comprobarse en las playas levantinas españolas: cuando sopla el viento de Poniente, el Mediterráneo se encuentra sin olas (rizado, cuando mucho) pero las aguas en la playa se notan mucho más frías de lo normal.

CLASIFICACIONES CLIMÁTICAS

Conociendo ya los parámetros que caracterizan y condicionan los climas, se puede proceder a hacer la clasificación de los mismos. Son muy numerosas las formas de catalogar los climas en función de la variable o variables principales que se empleen.

La *clasificación climática clásica* describe los climas del mundo en función de su régimen de temperaturas y de precipitaciones.

CLIMA	DESCRIPCIÓN
Árido	Con precipitaciones escasas. Se produce en razón de la presencia de cadenas montañosas que condensan la humedad causada por las corrientes marinas y originan desiertos tiera adentro
Intertropical	Cálido. Las temperaturas fluctúan poco durante el año. Con o sin periodo(s) de sequía
Mediterráneo	Caracterizado por veranos cálidos y secos e inviernos húmedos y moderados de temperatura
Alpino	Frío a causa de la altitud
Continental	Característico de las regiones interiores. La variación de temperaturas entre estaciones puede ser muy grande
Oceánico	Característico de las regiones de temperaturas templadas cercanas al mar. Precipitaciones homogéneas y temperaturas que no varían mucho a lo largo del año
Polar	Temperaturas generalmente por debajo de 0° C, escasas precipitaciones

Clasificación climática clásica

También se puede caracterizar un clima *en función del régimen de temperaturas o precipitaciones* que se den en la zona.

CLIMA	DESCRIPCIÓN
Sin inviernos	El mes más frío tiene una temperatura media mayor de 18 °C
De latitudes medias Sin verano	Con distinción entre verano e invierno. El mes más caluroso tiene una temperatura media menor a 10 °C

Clasificación climática en función de la temperatura.

CLIMA
Árido
Semiárido
Subhúmedo
Húmedo
Muy húmedo

Clasificación climática en función de la precipitación

Con relación a los umbrales que separan unos climas de otros según las precipitaciones respectivas, existen diversas interpretaciones (según distintos autores), que se basan, además de en los montos pluviométricos de las estaciones ubicadas en un clima dado, en las temperaturas medias mensuales de esas mismas estaciones. Efectivamente, no es lo mismo una precipitación determinada cuando ésta se considera en un clima muy cálido con elevada evaporación, en uno templado, o en uno muy frío donde el agua permanecería en el suelo en forma sólida (hielo).

Otra forma de clasificar el clima es *teniendo en cuenta la influencia de la altitud* sobre las variables climáticas. En la Zona Intertropical existen cuatro *pisos térmicos* (también llamados pisos climáticos o pisos bióticos), ya que los cinco elementos o parámetros del clima que se han indicado varían con la altitud. Estos cuatro pisos son los indicados en la tabla.

PISO	DESCRIPCIÓN
Macrotérmico	Con las temperaturas siempre elevadas y constantes, ubicado entre el nivel del mar y los 800 a 1000 msnm, según los criterios de distintos autores
Mesotérmico	O piso templado, entre los 800 a 1000 msnm, hasta los 2500 a 3000 msnm de altitud
Microtérmico	O piso frío, desde los 2500 ó 3000 msnm hasta el nivel de las nieves perpetuas (aproximadamente, a los 4700 msnm)
Gélido	helado o de nieves perpetuas, a partir de los 4700 msnm de altitud, cota donde se ubica, aproximadamente, la isoterma de los 0 °C

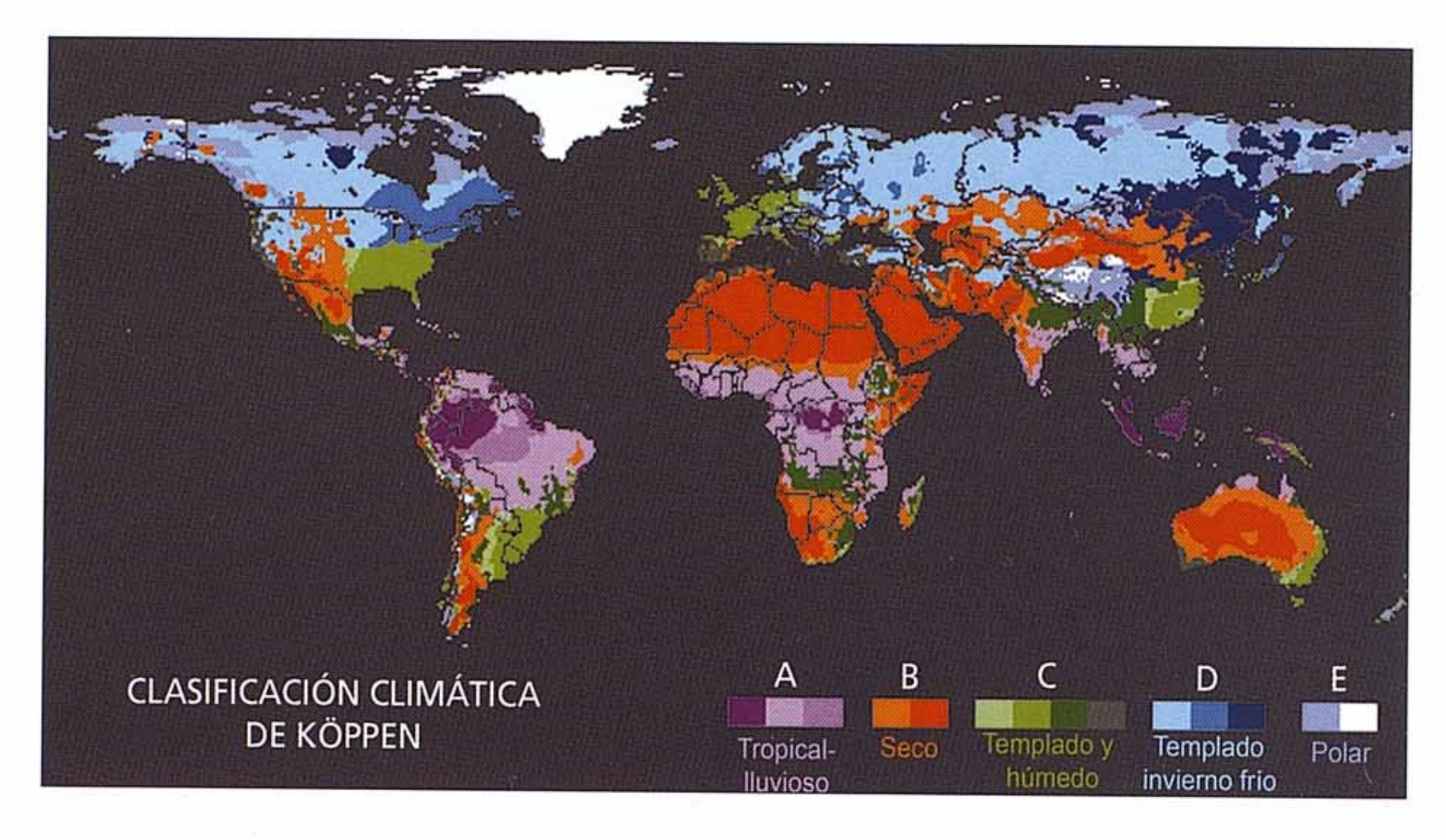
Nota: *msnm* significa "metros sobre el nivel del mar"

Clasificación climática en función de la altitud.

A medida que avanzamos en latitud, el número de pisos climáticos va disminuyendo porque la acción de la altitud va siendo compensada y sustituida por la de la misma latitud. Esto significa que el primer piso que desaparece (ya en las zonas templadas) es el piso macrotérmico.

Hay que reseñar que la diferencia esencial entre los pisos térmicos o climáticos en la zona intertropical y en otras zonas, es que en aquella sólo encontramos climas isotermos, es decir, con las temperaturas semejantes a lo largo de todo el año.

La *clasificación de Köppen* es la más conocida y de mayor aplicación por parte de los geógrafos. Vladímir Köppen propone en 1918 una clasificación climática en la que *se tiene en cuenta tanto las variaciones de temperatura y humedad, como las medias de los meses más cálidos o fríos y, lo más importante, hace hincapié en las consecuencias bioclimáticas.*



Clasificación climática mundial de Köppen.

Su punto de partida consiste en que la vegetación natural constituye un indicador del clima, y, de esa manera, algunas de sus categorías se apoyan en la observación de la vegetación nativa de cada región de estudio.

Köppen publica su clasificación definitiva en 1936. En 1953 dos de sus alumnos, Geiger y Pohl revisan la clasificación, por lo que también se conoce como clasificación de Köppen-Geiger-Pohl.

En la clasificación, el clima se divide en *grupos climáticos, subgrupos y subdivisiones*.

Los grupos climáticos se establecen en función de la temperatura mensual media, se escriben con mayúscula y se distinguen cinco grandes grupos.

GRUPO CLIMÁTICO	DESCRIPCIÓN
A	Clima tropical lluvioso. Todos los meses la temperatura media es superior a 18 °C. No existe estación invernal y las lluvias son abundantes y homogéneamente repartidas
B	Climas secos. La evaporación es superior a la precipitación. No hay excedente hídrico
C	Climas templados y húmedos. El mes más frío tiene una temperatura media comprendida entre 18 °C y -3 °C, y la media del mes más cálido supera los 10 °C
D	Climas templados de invierno frío. La temperatura media del mes más frío es inferior a -3 °C y la del mes más cálido está por encima de 10 °C
E	Climas polares. No tienen estación cálida y el promedio mensual de las temperaturas es siempre inferior a 10 °C. Cuando el mes más cálido oscila entre 0 y 10 °C de temperatura media, Köppen diferencia el grupo ET (Clima de tundra) y en el caso de que ningún mes supere los 0 °C de temperatura media el grupo EF (Clima de hielo permanente)

Grupos climáticos en función de la temperatura mensual media

Los subgrupos dependen de la humedad y de la distribución estacional de las precipitaciones. Los dos primeros se escriben con mayúscula y el resto con minúscula.

SUBGRUPO CLIMÁTICO	DESCRIPCIÓN
S	Semiárido (estepa)
W	Árido (desértico)
f	Lluvioso todo el año, ausencia de periodo seco
s	Estación seca en verano
w	Estación seca en invierno
m	Precipitación de tipo monzónico

Subgrupos climáticos según Köppen.

El tipo B designa los climas en los cuales el factor determinante para la existencia de vegetación es la sequedad (más que las bajas temperaturas). Por tanto, los climas secos se subdividen a su vez en áridos (BW) y semiáridos (BS), y cada uno puede diferenciarse aún más añadiéndole un tercer código, h para cálido y k para frío.

Los otros cuatro grandes tipos climáticos, tienen como factor determinante a la temperatura. Los climas del tipo E (los más fríos) son convencionalmente separados en tundra (ET) y glacial (EF).

LETRA	DESCRIPCIÓN
a	Temperatura media del mes más cálido superior a 22 °C
b	Temperatura media del mes más cálido inferior a 22 °C, pero con temperaturas medias de al menos cuatro meses superiores a 10 °C
c	Menos de cuatro meses con temperatura media superior a 10 °C
d	El mes más frío está por debajo de -38 °C
h	Temperatura media anual superior a 18 °C
k	Temperatura media anual inferior a 18 °C

Tercer código de Köppen para el régimen climático.

Una de las clasificaciones que más relaciona el clima con la vegetación es la *clasificación de Allué*. La fitoclimatología es la *asociación de grandes tipos de vegetación (fitosociología) a grandes tipos climáticos (climatología)*. Partiendo de la idea de que el clima, junto con el suelo, la fisiografía y el hombre determinan la estructura vegetal de nuestro paisaje, Allué,J.L (1990) desarrolla una clasificación fitoclimática para España a partir de los datos del Instituto Nacional de Meteorología (I.N.M.), las Series de Vegetación Potencial (Rivas Martínez,S., 1987) y trabajo de campo.

El resultado es la caracterización de 19 subtipos de vida vegetal, cada uno de ellos asociado a unas características climáticas concretas, que se reúnen en cuatro tipos fitoclimáticos generales y que se ordenan de climas más cálidos y con sequías asociadas a las altas temperaturas, a climas más fríos, que también pueden implicar deficiencias hídricas, aunque en este último caso asociadas a las heladas.

Aunque el análisis de las comunidades vegetales características de estos tipos fitoclimáticos es más profundo, se identifica cada uno de ellos en la tabla adjunta con las asociaciones de vegetación potencial más frecuentes en España.

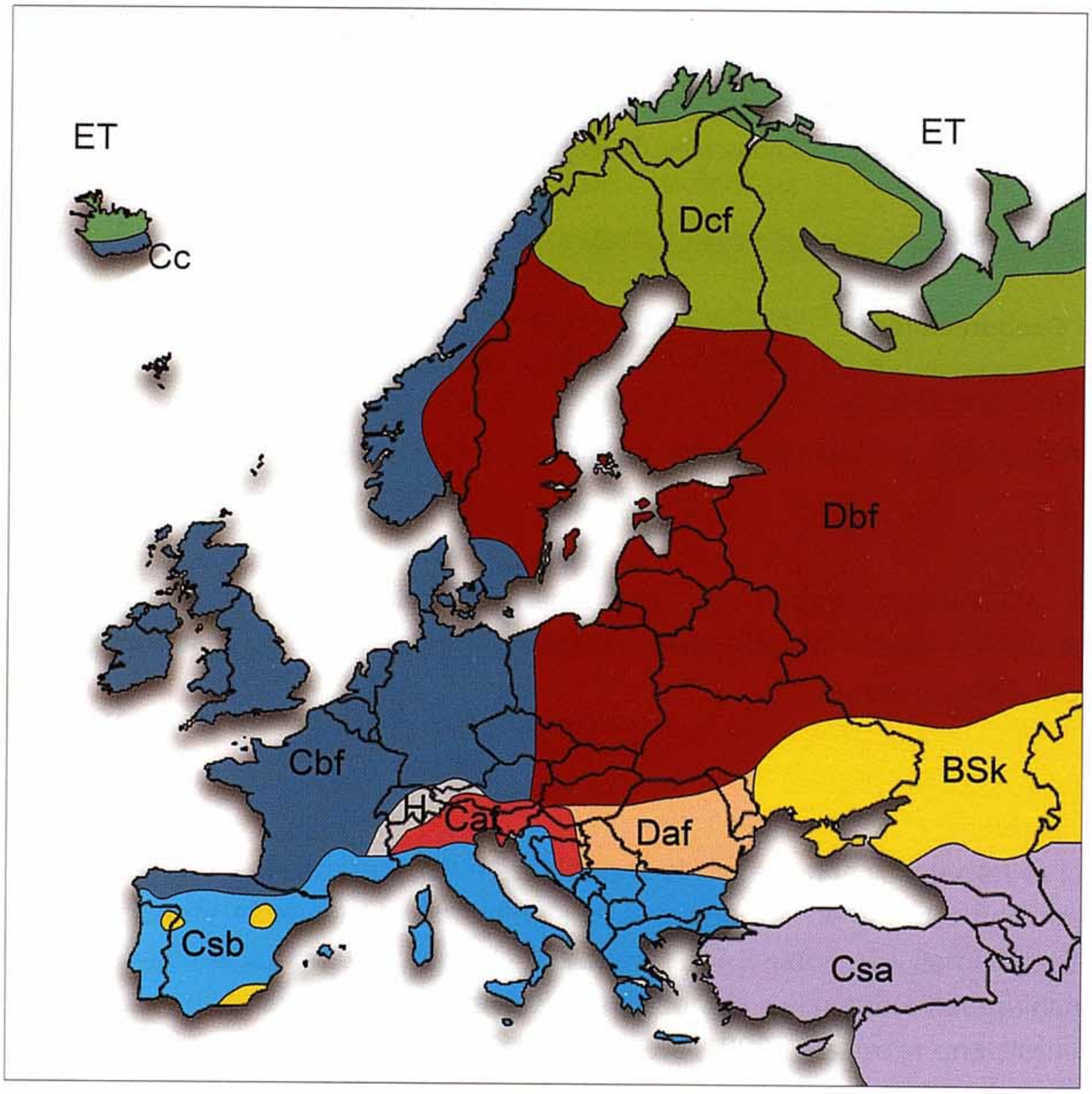
TIPO FITOCLIMÁTICO	ASOCIACIONES POTENCIALES DE VEGETACIÓN
Árido	Espinales de azufaifo, Cornicales
Mediterráneos	Lentiscares, Coscojares, Acebuchales, Encinares (*Quercus ilex ssp. ballota*) y Encinares alsinares (*Quercus ilex ssp. ilex*)
Nemorales	Quejigares, Melojares o Rebollares, Encinares alsinares, Robledales pubescentes y pedunculados, Hayedos
Oroborealoides	Pinares de silvestre, Pinares moros, Robledales pubescentes, Hayedos, Pastos alpinos y alpinoideos

Asociaciones de vegetación potencial ligadas a cada clima en España, según Allué.

En ambos extremos (Áridos (subdesierto) y Oroborealoides de alta montaña) la vida de vegetación con porte arbóreo no es posible debido a las condiciones climáticas extremas.

EL CLIMA EN ESPAÑA

Acercándonos al continente europeo, y a España en particular, bajo el prisma de la clasificación elaborada por Köppen, encontramos los tipos ilustrados en el siguiente mapa.

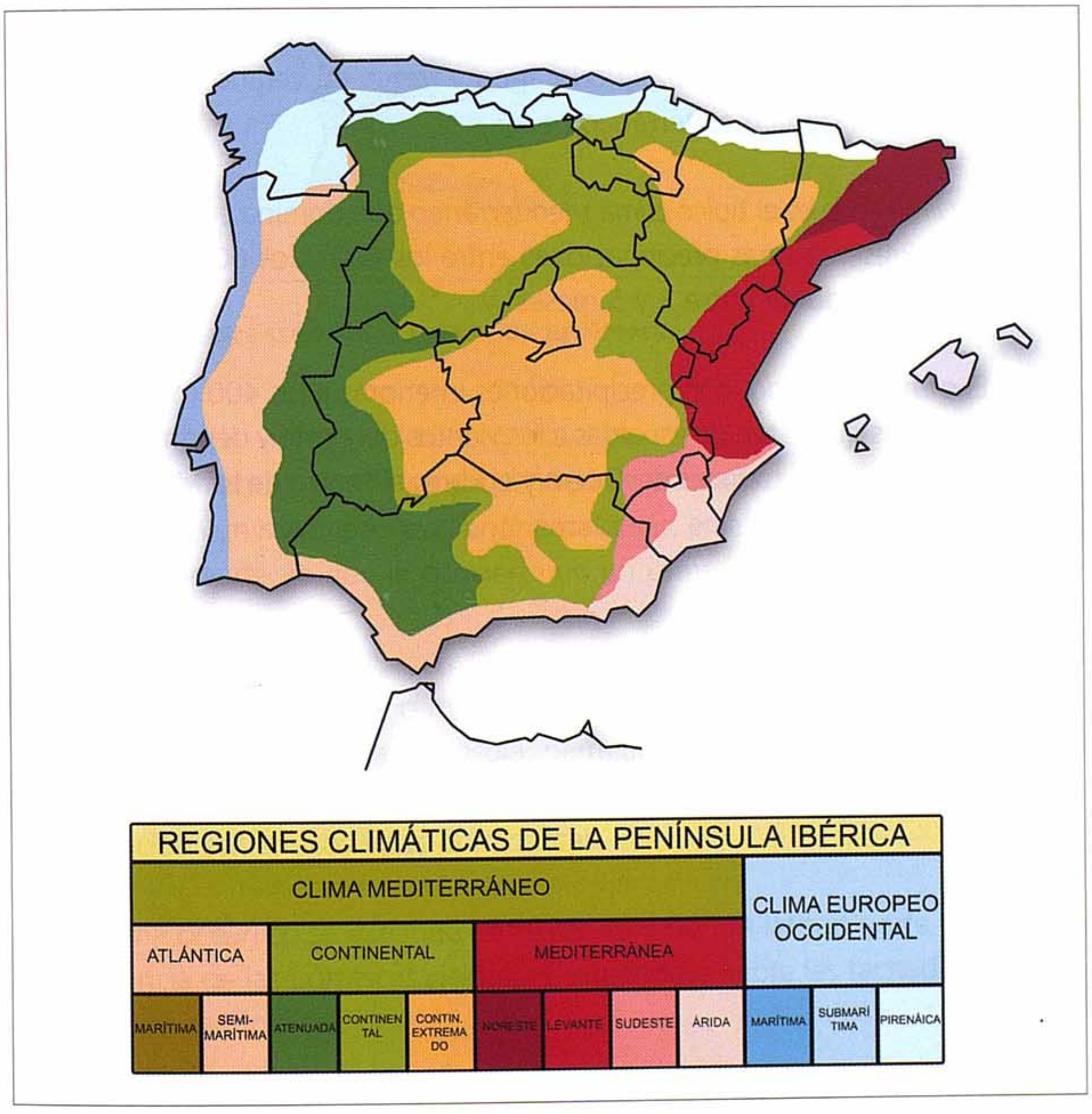


Clasificación climática de Köppen: España y Europa.

El clima de España, en relación con el de otros países de Europa, es comparativamente más seco y cálido que sus vecinos del norte, debido a su posición geográfica meridional. La mitad sur del territorio peninsular corresponde a un clima mediterráneo que comparte con países como Italia, Grecia y el sur de Francia. El clima oceánico que predomina en el resto de los países de Europa (en espe-

cial en la zona boreal) afecta a la Península sólo en Galicia, Principado de Asturias, Cantabria, País Vasco y Cataluña.

El clima de España no es homogéneo en todo el territorio. Atendiendo a la ubicación de la Península Ibérica entre las latitudes 36° y el 46° N en la fachada occidental del continente europeo, se podría decir que España debería presentar un clima mayoritariamente mediterráneo. Sin embargo, como también la ubicación está afectada por el clima marítimo de la costa oeste del Atlántico, que actúa en su fachada noroccidental, se presenta una variedad de situaciones intermedias como consecuencia de la confluencia de las dos tendencias. Existen además trazas de clima subtropical seco, sobre todo en Almería y Murcia, y clima tropical seco y húmedo, en Canarias.



Regiones climáticas de la Península Ibérica según la clasificación clásica.

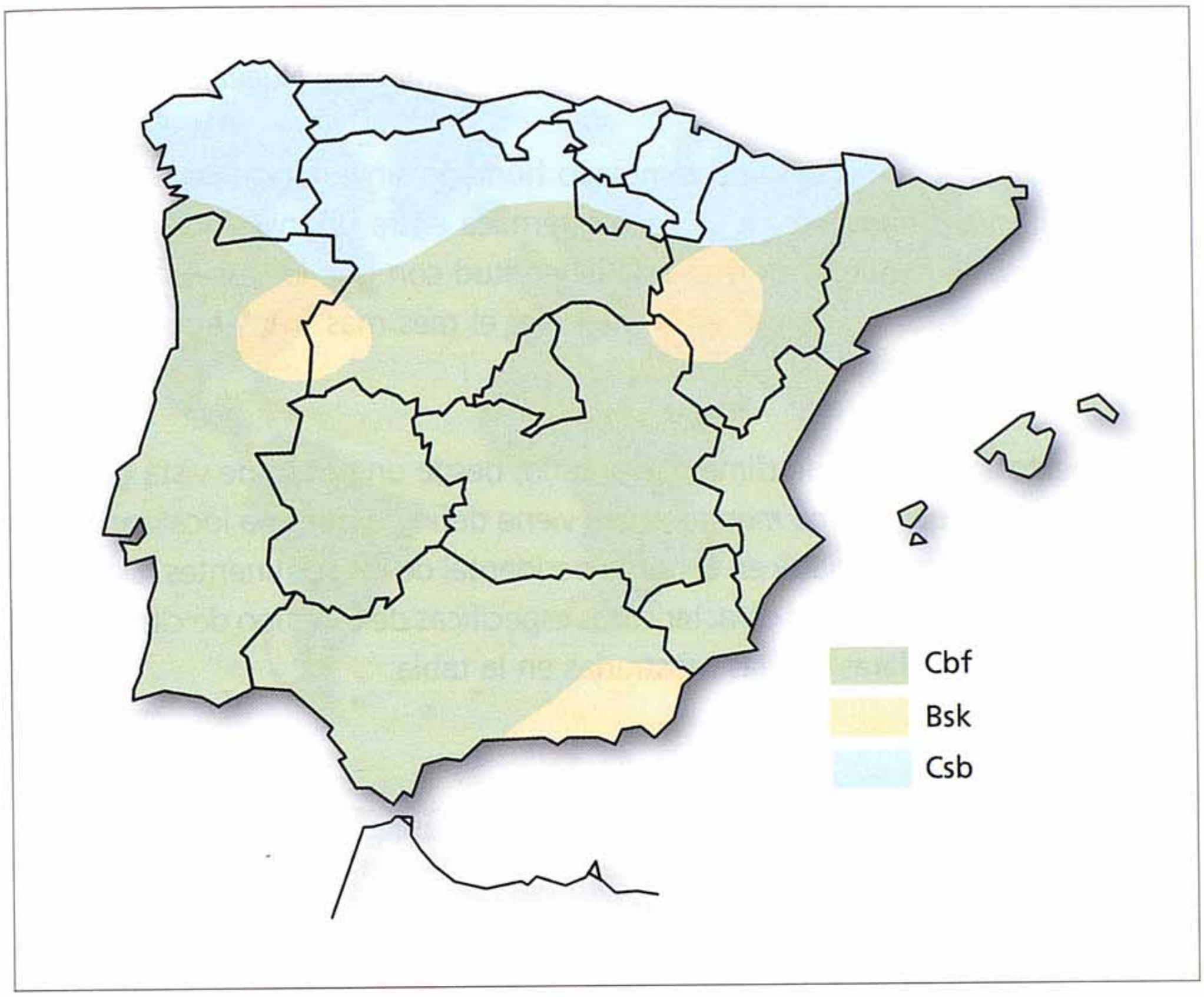
Tomando en consideración solamente la humedad y el régimen de lluvias, se pueden distinguir cinco tipos de clima: *el clima húmedo marítimo del oeste de los continentes, el clima de transición, el clima seco, el clima árido y el clima tropical húmedo.*

- El *clima húmedo marítimo del oeste de los continentes* (equivalente al *clima oceánico*) se da en la fachada orientada al Atlántico, desde Galicia hasta el Pirineo y en las cordilleras costero-catalanas por su parte norte. Se trata de un clima lluvioso, con precipitaciones de más de 800 mm. uniformemente repartidas a lo largo del año.

- El *clima de transición* es un clima semiseco que se da en las zonas montañosas que separan el clima marítimo de la costa oeste del clima mediterráneo, es decir, el sector sur de la Cordillera Cantábrica y el Pirineo, y los montes galaico-leoneses. Tiene unas precipitaciones de entre 500 y 800 mm., con un corto periodo árido y fresco en verano, lo que le asemeja ya al clima mediterráneo.

- El *clima seco* es el típico *clima mediterráneo* que domina en toda la Península. Presenta unas precipitaciones entre los 400 y los 600 mm., con un período árido de entre 3 y 5 meses.

- El *clima semiárido*, con precipitaciones inferiores a los 400 mm. Se da en las zonas que están de espaldas a los vientos del oeste y deprimidas, como el centro de las cuencas del Duero y el Ebro, el centro de La Mancha, Murcia y Almería.



Climas peninsulares según la clasificación de Köppen.

En el área centro, donde se encuentra la Comunidad de Madrid, este clima corresponde a un *mediterráneo continentalizado*, en el que la influencia del mar no es muy grande, lo que le convierte en un clima con condiciones muy contrastadas.

Como ya se ha dicho, el clima mediterráneo y oceánico confluyen e interaccionan en el territorio de la Península, permitiendo la existencia de ciertas tipologías de clima correspondientes a las distintas tendencias que se dan en las zonas de transición entre estos tipos dominantes.

El *clima oceánico* se extiende entre los 40 y 60° de latitud norte, en la zona de influencia de las borrascas ciclónicas, situándose sobre las fachadas occidentales de los continentes.

En el hemisferio Norte, el clima oceánico reina sobre la costa atlántica de Europa, desde Portugal a Noruega, sobre la costa pacífica de los Estados Uni-

dos, de Canadá y de Alaska. En el hemisferio Sur, poco representado, se encuentra en la vertiente pacífica de Chile meridional, Tasmania y Nueva Zelanda.

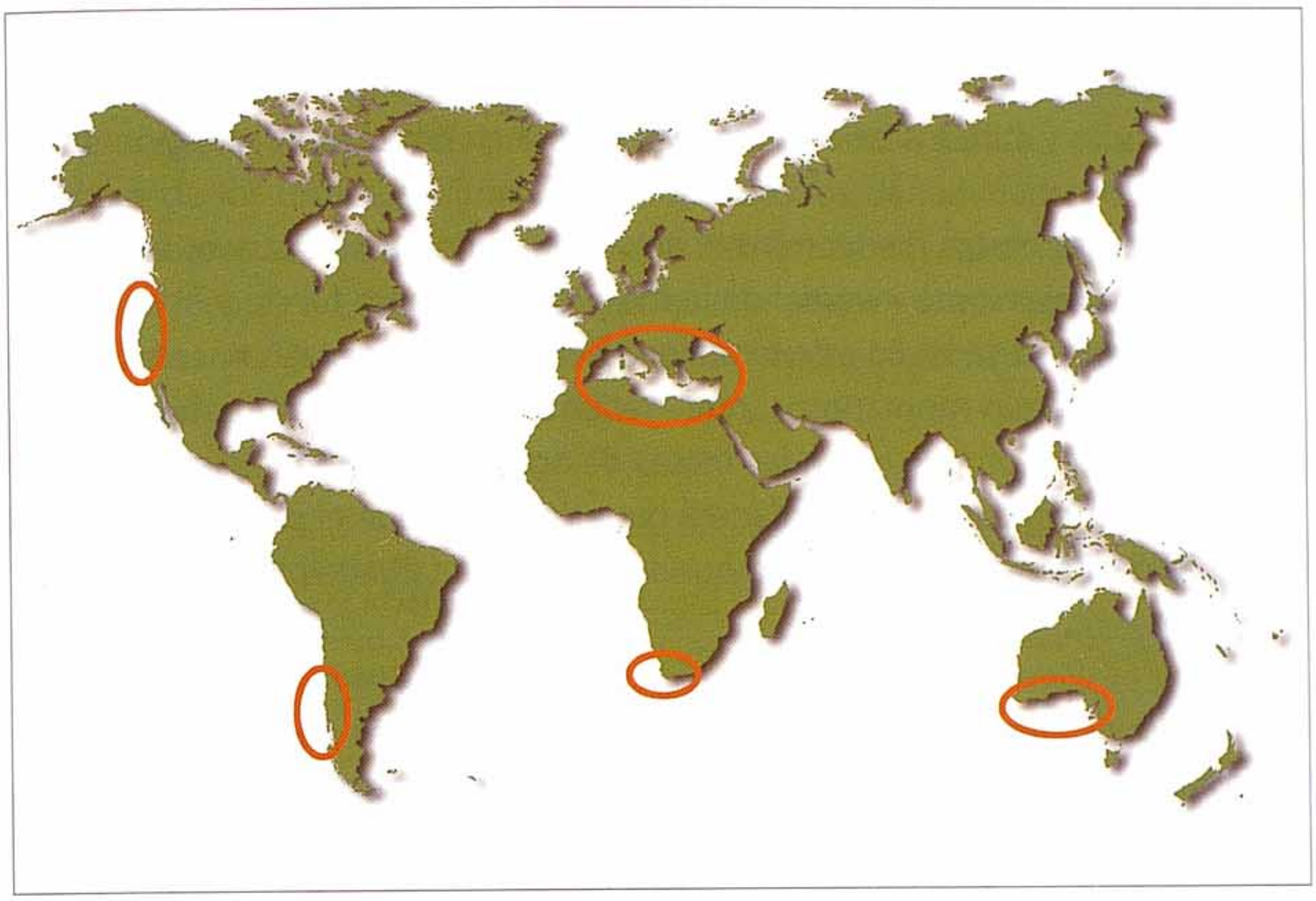
El clima oceánico es del tipo templado húmedo sin estación seca (régimen de precipitación uniforme). La oscilación térmica entre un invierno suave y un verano fresco es pequeña en razón de la lentitud con que las masas oceánicas se calientan y enfrían. Febrero es, a menudo, el mes más frío y agosto el más cálido.

Respecto al otro tipo de clima mayoritario, desde un punto de vista general, se podría decir que el *clima mediterráneo* viene definido por una localización de la zona en latitudes medias y en el borde occidental de los continentes. Esta conformación determina ciertas características específicas de este tipo de clima, entre las cuales las más claras son las mostradas en la tabla.

CARACTERÍSTICAS ESENCIALES DEL CLIMA MEDITERRÁNEO
■ Sequía estival
■ Temperaturas estivales altas
■ Precipitaciones más o menos abundantes en otoño, invierno y primavera, las cuales van disminuyendo en cuantía a medida que se desciende en latitud

Características definitorias del clima mediterráneo.

Así, se pueden detectar estos condicionantes no sólo en la cuenca mediterránea, sino también en zonas de la Tierra muy alejadas geográficamente: en la costa californiana de los Estados Unidos, en una faja del suroeste de Australia y en una pequeña parte de Sudáfrica.



Distribución geográfica del clima mediterráneo en el mundo.

Aunque en todas estas regiones la clasificación de su clima entraría dentro de la categoría de mediterráneo, cada caso concreto posee condiciones particulares que matizan las características generales anteriormente mencionadas. En el caso de la Península Ibérica, existen tres hechos significativos muy específicos, que se detallan a continuación.

Respecto a la orografía, mientras el Sistema Ibérico presenta un orientación norte-sur, el resto de cadenas montañosas (sistemas Cantábrico-Pirineos, Central y Penibético) se extienden paralelas al eje este-oeste.

Continuando con los aspectos orográficos, es importante reseñar la existencia de las dos mesetas como tierras altas interiores, bastante desprovistas de vegetación y rodeadas de barreras montañosas de tamaño considerable y cercanas a la costa.

Por último, la presencia de la Península en el borde occidental del Mediterráneo le confiere igualmente características especiales.

Esta serie de condicionamientos geográficos y fisiográficos implican, fundamentalmente y a grandes rasgos, la existencia de procesos fácilmente reconocibles por todos y sufridos de manera más directa en determinadas regiones.

Mientras las costas mediterráneas gozan de temperaturas suaves a lo largo del año, el enfriamiento invernal de la meseta es bastante fuerte y el contraste estacional muy acusado. En este fenómeno tiene influencia precisamente la posición de los sistemas montañosos, que "retienen" el efecto amortiguador de la temperatura que proporcionan las masas de agua marinas. Igualmente, dichas montañas actúan como una verdadera barrera que impide el paso de las nubes cargadas de lluvia al interior, por lo que se acentúa la falta de precipitaciones en el interior.

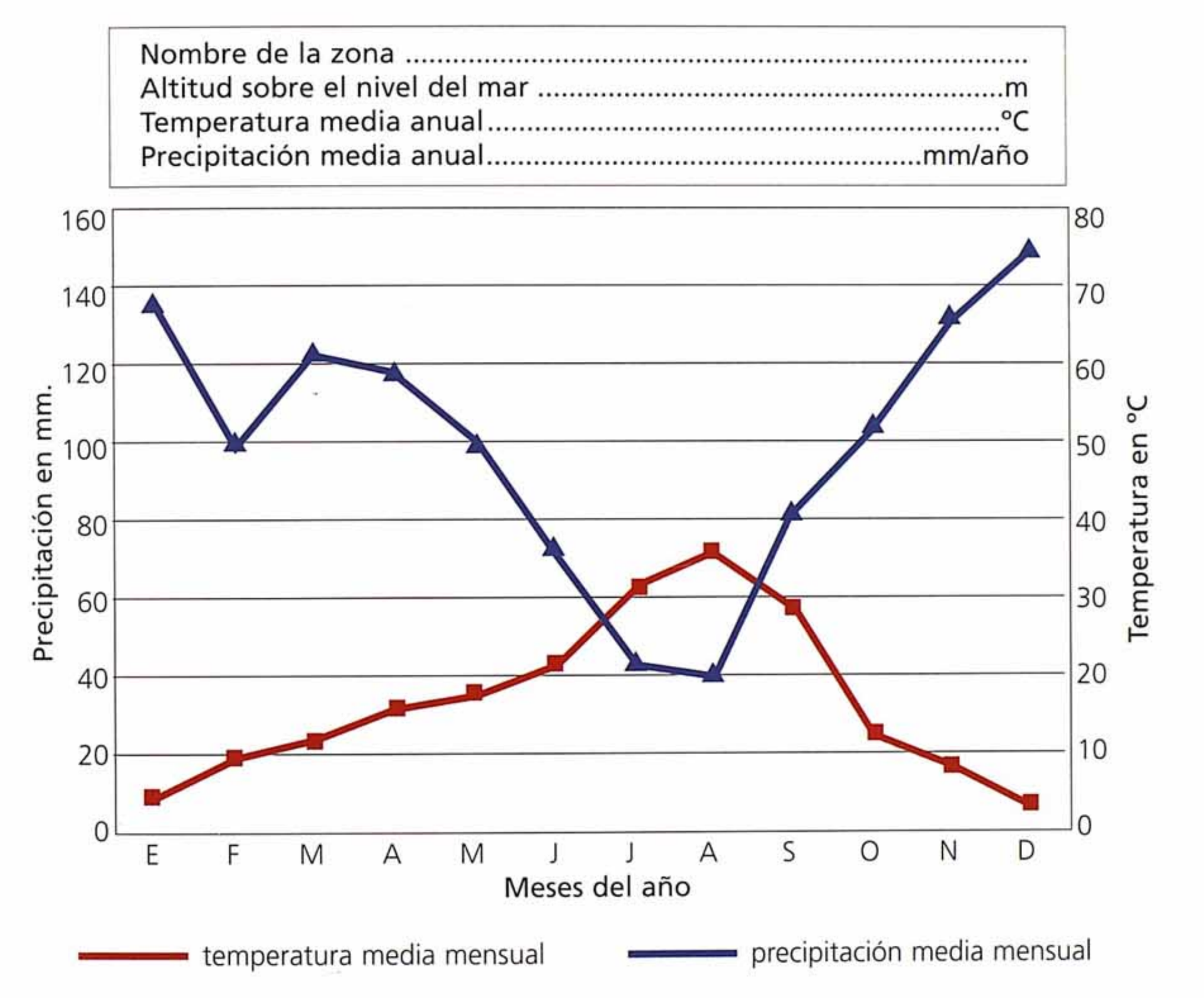
Fijándonos en otra variable, el hecho de que los vientos no estivales adquieran componentes norte-oeste o sur-oeste conlleva una gran disparidad de tiempo entre las comarcas situadas a barlovento o sotavento de los mismos.

Por otra parte, en las costas mediterráneas la humedad relativa del aire en verano es bastante alta, lo que favorece, a igualdad de recalentamiento, mayor frecuencia de tormentas estivales que en otras comarcas. Posteriormente, cuando a principios de otoño las corrientes en chorro de la alta atmósfera tienden a crear una bolsa de aire frío en altura, las precipitaciones en el Levante llegan a ser extraordinariamente intensas. Es la llamada *"gota fría"*, un fenómeno muy específico de esta zona que causa cada año cuantiosos desperfectos.

En razón de todas estas consideraciones, encontramos regiones en España con características que en principio no serían esperables. A este respecto, puede sorprender encontrarse con que el área que menor cantidad de precipitaciones recibe a lo largo del año no se encuentra en Andalucía ni en Levante, sino en el Valle del Ebro. En esta región confluyen unas características especiales que le hacen estar regido por las condiciones de un clima semiárido.

DIAGRAMAS DE CLIMA O CLIMODIAGRAMAS

Para facilitar la comprensión y apreciar de una manera rápida y clara las características de los distintos climas, son muy útiles los denominados climodiagramas y diagramas ombrotérmicos, consistentes en la *representación en un mismo gráfico de las temperaturas medias mensuales y las precipitaciones totales de cada mes*. Además, permiten comparar las características climáticas de dos regiones diferentes.



Datos que debe recoger un climodiagrama.

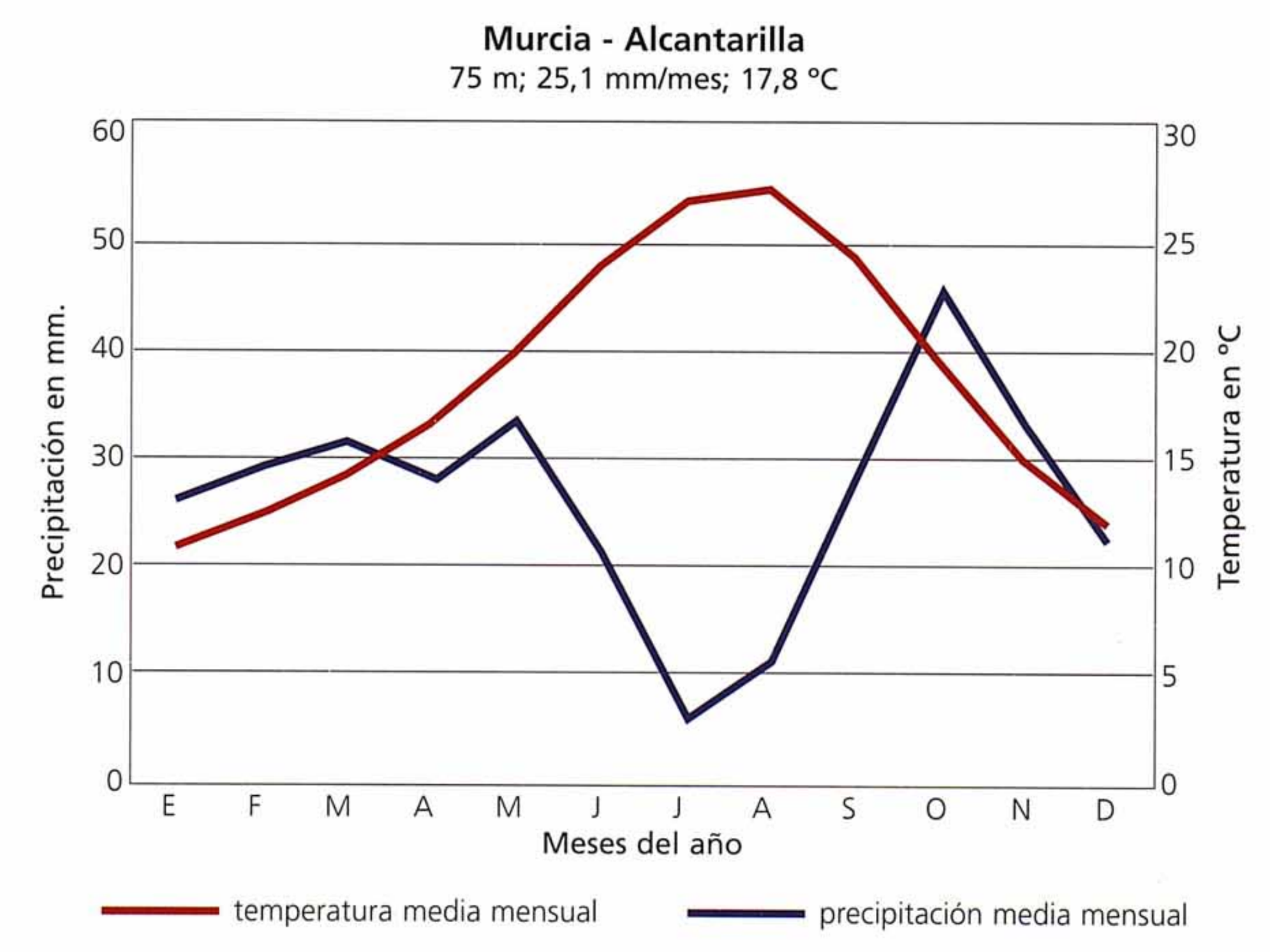
Aparte de reflejar la cuantía y distribución de las precipitaciones y el régimen de temperaturas, una potencialidad muy importante de estos diagramas es que permiten identificar clara y directamente tanto los *periodos de heladas, como los meses áridos y húmedos*.

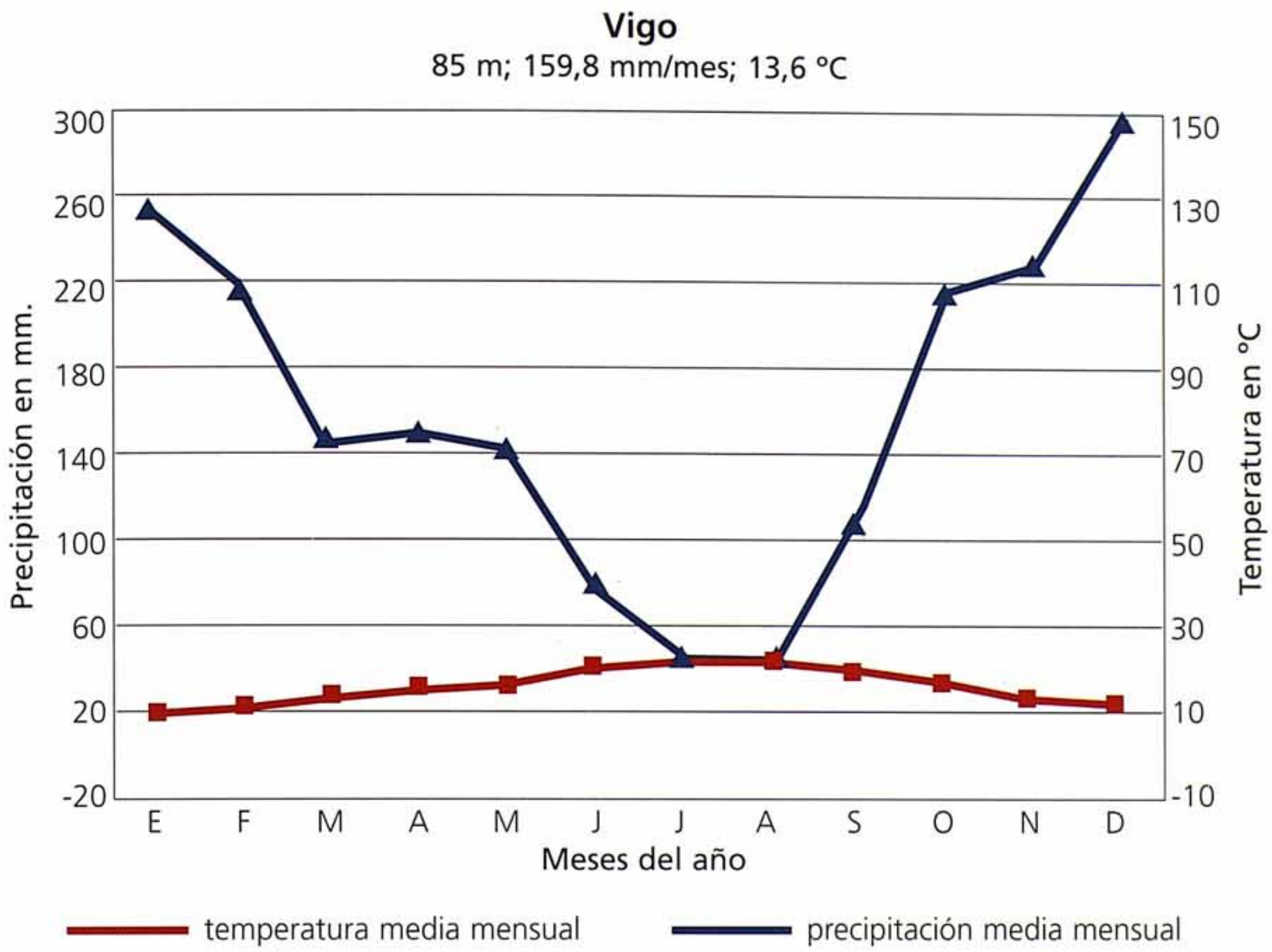
Se puede distinguir entre *periodos de helada segura* (meses en los que la media de las mínimas diarias es inferior a 0 °C) y *periodos de helada probable* (meses en los que la media de las mínimas diarias es superior a 0 °C, pero en los que, al mismo tiempo, la media de las mínimas absoluta es inferior a 0 °C). Dichos intervalos usualmente quedan fijados mediante distintos grados de grises en la barra que se encuentra en la parte baja del diagrama.

En cuanto a los *meses áridos*, son aquellos en los que la curva de la temperatura se encuentra por encima de la curva de precipitación (según el índice de Gaussen, P<2T, donde la precipitación es menor que el doble de la temperatura).

Para poder determinar el régimen pluviométrico de esta manera, es necesario que en los ejes de ordenadas la precipitación media mensual en un lateral se represente a una escala doble a la de la temperatura media mensual en el otro. Es decir, 1 cm representa 10 °C en el eje de la temperatura y 20 mm de precipitación en el eje de la precipitación. De esta manera se cumplirá la hipótesis de Gaussen en la que se basa el diagrama.

A continuación se hará una comparativa de los climodiagramas asociados al clima oceánico y mediterráneo que predominan en el territorio peninsular.





Climodiagramas pertenecientes a dos regiones españolas, Murcia y Vigo.

Se puede apreciar que ambas regiones cuentan con un periodo de menor precipitación que coincide con los meses estivales, aunque esta disminución está mucho más marcada en el caso del clima mediterráneo, en la que se establece una verdadera época de sequía. Es igualmente claro que la vertiente mediterránea recibe menos precipitaciones a lo largo del año que la atlántica.

Asimismo, la oscilación térmica a lo largo del año (diferencia entre la temperatura del mes más frío y más cálido) es más amplia en el caso del clima típico mediterráneo, lo que pone de relieve el mayor atemperamiento del régimen oceánico que domina en el norte de España.

VARIABLES METEOROLÓGICAS Y METEOROS

Se ha hablado en este libro acerca de la climatología y la meteorología, su importancia y consecuencias, pero parece interesante hacer algún comentario o explicación sobre las variables y fenómenos meteorológicos más frecuentes que podemos encontrar. Las principales, de sobra conocidas y ya comentadas en el apartado anterior son la *temperatura* y las *precipitaciones*.

En cualquier caso, es interesante explicar por qué se producen las precipitaciones y qué tipología tienen. Así, las gotas y cristalitos de agua que existen en las nubes tienen un tamaño muy pequeño, por tanto están en suspensión en el seno de las nubes. Pero cuando sufren un engrosamiento, acaban pesando demasiado y caen en forma de precipitación. El aumento de tamaño de las gotas y cristales está causado por dos motivos:

- *Captación:* las gotas aumentan de tamaño por choques sucesivos entre sí debido, entre otras cosas, a la existencia de corrientes ascensionales de aire.

- *Destilación:* a grandes rasgos consiste en que, cuando dos gotas de agua vecinas se encuentran a temperaturas diferentes, la más fría condensará sobre sí más vapor de agua aumentando su tamaño, mientras que la más caliente se evaporará.

En cuanto a la tipología de las precipitaciones, en primer lugar destaca la división de las mismas en verticales y horizontales.

Por *precipitación vertical* se entienden aquellas que parten de las nubes y llegan al suelo. A su vez se clasifican en las categorías de la tabla adjunta:

TIPO DE PRECIPITACIÓN	DESCRIPCIÓN
Lluvia	Precipitación de agua líquida, en forma continua, con gotas de diámetro superior al medio milímetro
Llovizna	Precipitación de agua líquida, en forma continua, con gotas de diámetro inferior al medio milímetro
Chubasco o aguacero	Precipitación intermitente de agua líquida, de desigual intensidad pero de corta duración
Tormenta	Precipitación en forma de chubasco acompañada de aparato eléctrico
Nieve	Precipitación de cristales de hielo, hexagonales o estrellados, agrupados en copos
Nieve granulada	Granos de agua helada traslúcida de diámetro menor de 2 milímetros
Granizo	Granos de agua helada traslúcida de diámetro comprendido entre 2 y 5 milímetros
Pedrisco	Granos de agua helada traslúcida de diámetro mayor de 5 milímetros

TIPOLOGÍA DE PRECIPITACIONES VERTICALES.

Otros aportes de agua al suelo corresponden a las denominadas *precipitaciones horizontales*, no registradas por los pluviómetros normales pero que en algunas zonas tienen una importancia trascendental. Son las relacionadas en la siguiente tabla:

TIPO DE PRECIPITACIÓN	DESCRIPCIÓN
Niebla	Nube formada por gotitas de agua que flotan en el aire pegado al suelo con densidad suficiente para que la visibilidad sea inferior a 1 kilómetro
Bruma	Niebla ligera en el seno de la cual la visibilidad es superior a 1 kilómetro
Rocío	Condensación directa del vapor de agua sobre la superficie de los objetos en forma de pequeñas gotas
Escarcha	Condensación directa del vapor de agua sobre la superficie de los objetos en forma de escamas cristalinas de hielo

TIPOLOGÍA DE PRECIPITACIONES HORIZONTALES.

Por último, se definen dos hidrometeoros (precipitaciones) especiales que en determinadas circunstancias pueden condicionar las actividades humanas:

TIPO DE PRECIPITACIÓN	DESCRIPCIÓN
Cancellada	Capa más o menos opaca compuesta de cristales de hielo que se depositan sobre las aristas verticales y ángulos de los objetos cuando éstos penetran en una nube o niebla en estado de subfusión
Verglás o lluvia engelante	Capa de hielo transparente que se forma instantáneamente sobre todas las superficies cuando reciben la lluvia en estado de subfusión

Precipitaciones de categoría especial.

Hemos dicho que la precipitación comienza en el seno de las nubes cuando las gotas aumentan de tamaño, pero hay que tener en cuenta que no todas las nubes son iguales y poseen una tipología específica.

En primer lugar, todo el mundo ha visto que las *nubes* no tienen siempre igual color. En general, las nubes blancas están formadas por cristales de hielo; las totalmente grises, por gotitas de agua, y las nubes con mezcla presentan tono gris claro o blanco con manchas grises.

Por otro lado, las nubes se pueden clasificar por su forma, su altura o su origen, y en función de estas características la O.M.M. (Organización Meteorológica Mundial) definió en 1956 10 géneros de nubes que se muestran en la siguiente tabla.

TIPO DE NUBE	DESCRIPCIÓN
Cirrus o Cirro (Ci)	Nubes de textura fibrosa (filamentos, plumas, pinceles, penachos) de brillo nacarado
Cirrocumulus o Cirrocúmulo (Cc)	Banco cirroso en forma de madejas blancas, de copos o pequeñas placas, dispuestos en grupos o en hileras que a veces semejan el oleaje de una playa y que otras veces constituyen el cielo empedrado
Cirrostratus o Cirroestrato (Cs)	Velo fino y blanquecino que cubre parcial o totalmente el cielo
Altocumulus o Altocúmulo (Ac)	Banco a modo de empedrado, con losas o masas globulares o aplanadas, de color gris claro. En la clase Altocumulus castellatus estas partes se apilan dejando contornos definidos que recuerdan a las almenas de los castillos
Altostratus o Altoestrato (As)	Velo de aspecto fibroso, estriado o uniforme, de color gris claro o azulado
Stratocumulus o Estratocúmulo (Sc)	Banco de masas globulares o acanaladas cuyos elementos más pequeños son grises, groseros y difusos, salvo en la especie Stratocumulus cumulogenitus versión baja del Altocumulus castellatus
Stratus o Estrato (St)	Manto nuboso uniforme, análogo a la niebla pero sin tocar el suelo
Nimbostratus o Nimboestrato (Ns)	Capas de nubes sombrías, grises o negras con bordes desgarrados y aspecto amorfo
Cumulus o Cúmulo (Cu)	Nubes aisladas de bordes diferenciados que se desarrollan verticalmente y cuya parte superior tiene con frecuencia el aspecto de coliflor
Cumulonimbus o Cumulonimbo (Cb)	Masa de nubes de fuerte crecimiento vertical, levantándose por encima de un zócalo cumuliforme con aspecto de montañas o torres y parte superior en forma de yunque muchas veces terminando en un penacho cirriforme

Tipología de nubes según la O.M.M.

Otras variables que son frecuentemente medidas (tal es el caso de las estaciones del Ayuntamiento de Las Rozas) son:

- *Humedad absoluta*: es el número de gramos de vapor de agua contenidos en un metro cúbico de aire. Cuando un aire no puede contener más humedad de la que ya tiene se dice que se encuentra saturado, por tanto se habla de humedad absoluta máxima en este caso.

- *Humedad relativa*: es el cociente (expresado en tanto por ciento) entre la humedad absoluta y la humedad absoluta máxima.

- *Punto de rocío* (o punto de condensación): la temperatura a la cual una masa de aire que contiene vapor de agua se condensa en pequeñas gotitas.

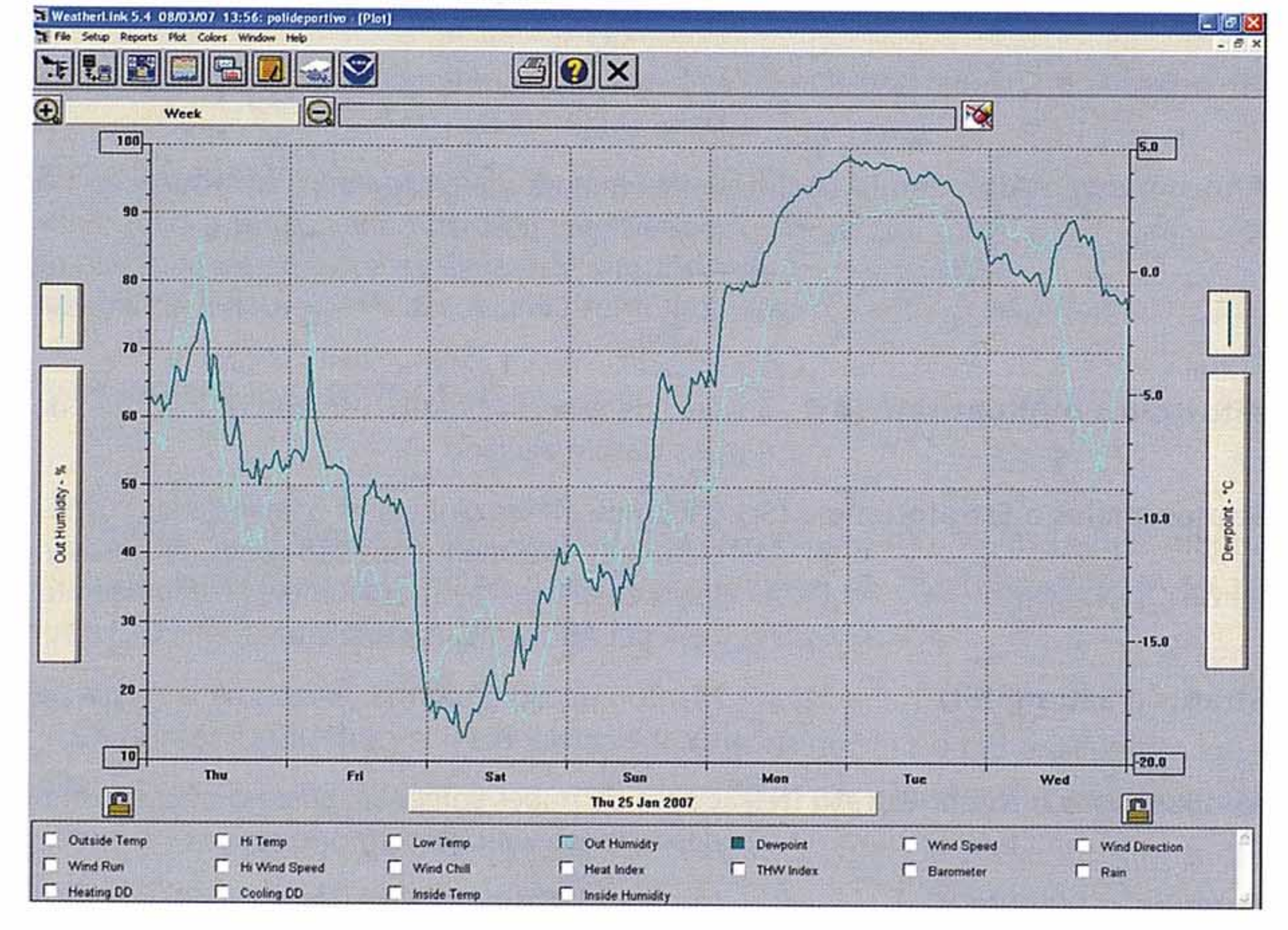


Imagen tomada del programa WeatherLink 5.4. En el eje horizontal aparecen los días de la semana y en los verticales la humedad relativa en % (izqda.) y el punto de rocío en °C (dcha.) (la curva verde claro representa la humedad relativa y la verde oscura el punto de rocío). Fuente: Concejalía de Medio Ambiente de Las Rozas.

- *Sensación térmica:* es la impresión de frío o calor que tiene una persona en un momento dado.

Depende de la relación entre el calor que produce el metabolismo del cuerpo y el que disipa hacia el entorno. Si es mayor el primero, la sensación es de calor; si es mayor el segundo, la sensación es de frío. Todo mecanismo que aumente las pérdidas de calor del cuerpo, dará sensación de frío y al contrario. Por tanto, las variables que influyen en esta sensación térmica son la *temperatura* (lógicamente), la *humedad relativa* (ya que la evaporación del sudor es el principal medio para disipar el calor corporal y la humedad ambien-

tal alta dificulta esta evaporación, por lo que se tiene sensación de más calor), y el *viento* (que aumenta las pérdidas por convección del cuerpo y también la evaporación del sudor, con lo que estas pérdidas aumentan cuanto mayor sea la velocidad del aire).

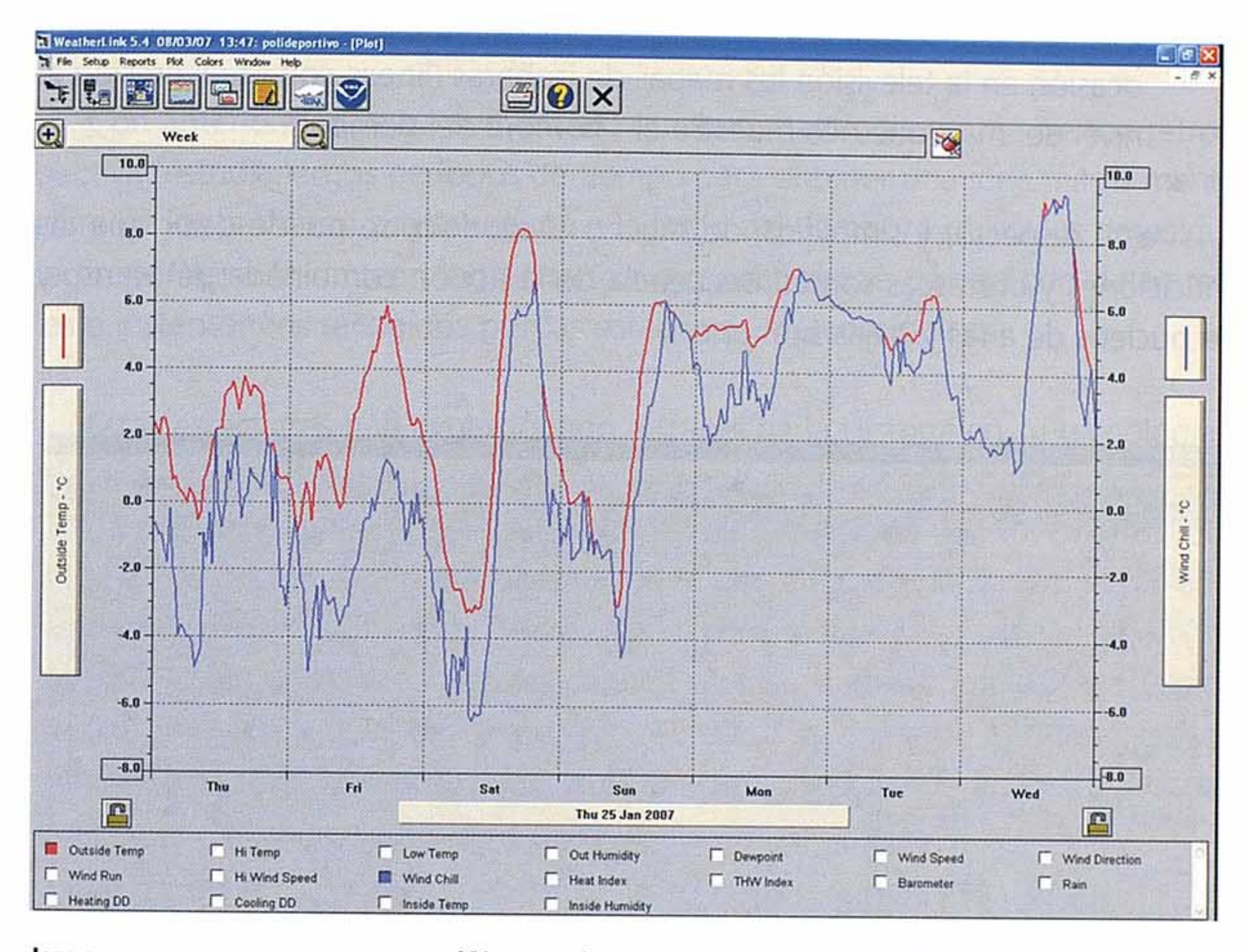


IMAGEN TOMADA DEL PROGRAMA WEATHERLINK 5.4. EN EL EJE HORIZONTAL APARECEN LOS DÍAS DE LA SEMANA Y EN LOS VERTICALES LAS TEMPERATURAS EN °C (LA CURVA MORADA REPRESENTA SENSACIÓN TÉRMICA Y LA ROJA LA TEMPERATURA REAL).
FUENTE: CONCEJALÍA DE MEDIO AMBIENTE DE LAS ROZAS.

- *Viento*: se define popularmente como "el aire en movimiento" y es una de las variables más difíciles de medir aunque parezca lo contrario ya que influyen multitud de parámetros. Baste con reseñar que el movimiento de aire en la superficie de la Tierra obedece, fundamentalmente, a dos causas, una es la posición relativa de la Tierra respecto al Sol y la otra es el reparto existente de tierras y mares.

  No entraremos a explicar estos conceptos con mayor profundidad puesto que son bastante complejos y nos alejaría del objetivo de aportar unos conocimientos generales, y no exhaustivos, de la meteorología básica.

El viento se desplaza siempre desde las zonas de altas presiones hacia las bajas presiones.

- *Presión*: representa el peso de la columna de aire que se encuentra sobre el lugar de observación. Una de sus unidades de medida más conocida es el milibar.
  Esta variable es de sobra conocida. En efecto, todos hemos visto en alguna ocasión en la televisión los mapas de isobaras (líneas con igual presión al nivel del mar) que nos muestra el "hombre del tiempo".

A este respecto, y simplificando mucho el modelo, se puede decir que los anticiclones y borrascas son consecuencia de la acción combinada del viento y los núcleos de altas y bajas presiones.

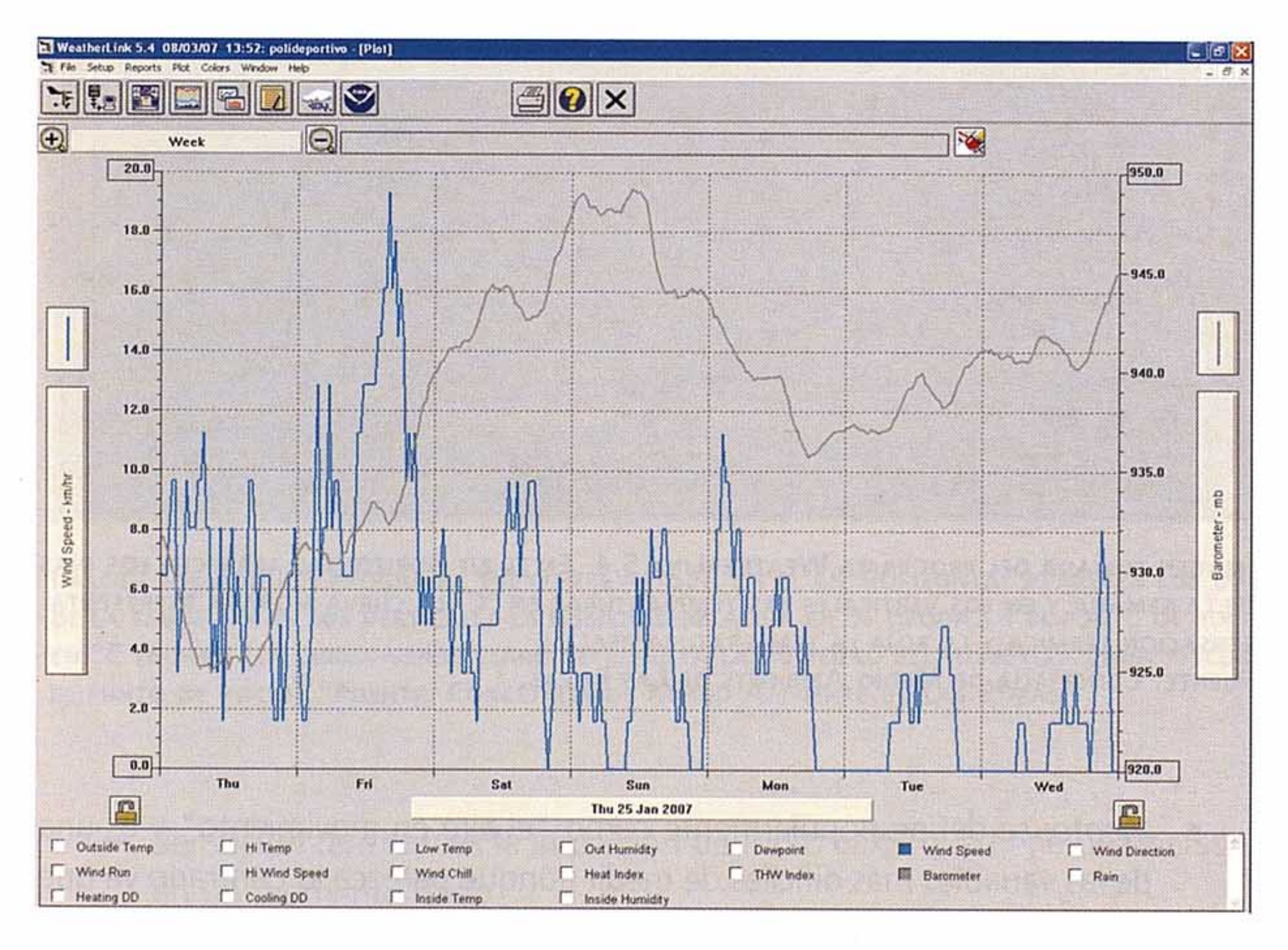


Imagen tomada del programa WeatherLink 5.4. En el eje horizontal aparecen los días de la semana y en los verticales la velocidad del viento en km/h (izda.) y la presión en milibares (la curva azul representa la velocidad del viento y la gris la presión). Fuente: Concejalía de Medio Ambiente de Las Rozas.

Existe otra multitud de variables y fenómenos meteorológicos que describen el clima, pero con los que han sido explicados anteriormente se puede formar una imagen general y bastante aproximada de las principales medidas que se tienen en cuenta en los estudios climáticos.

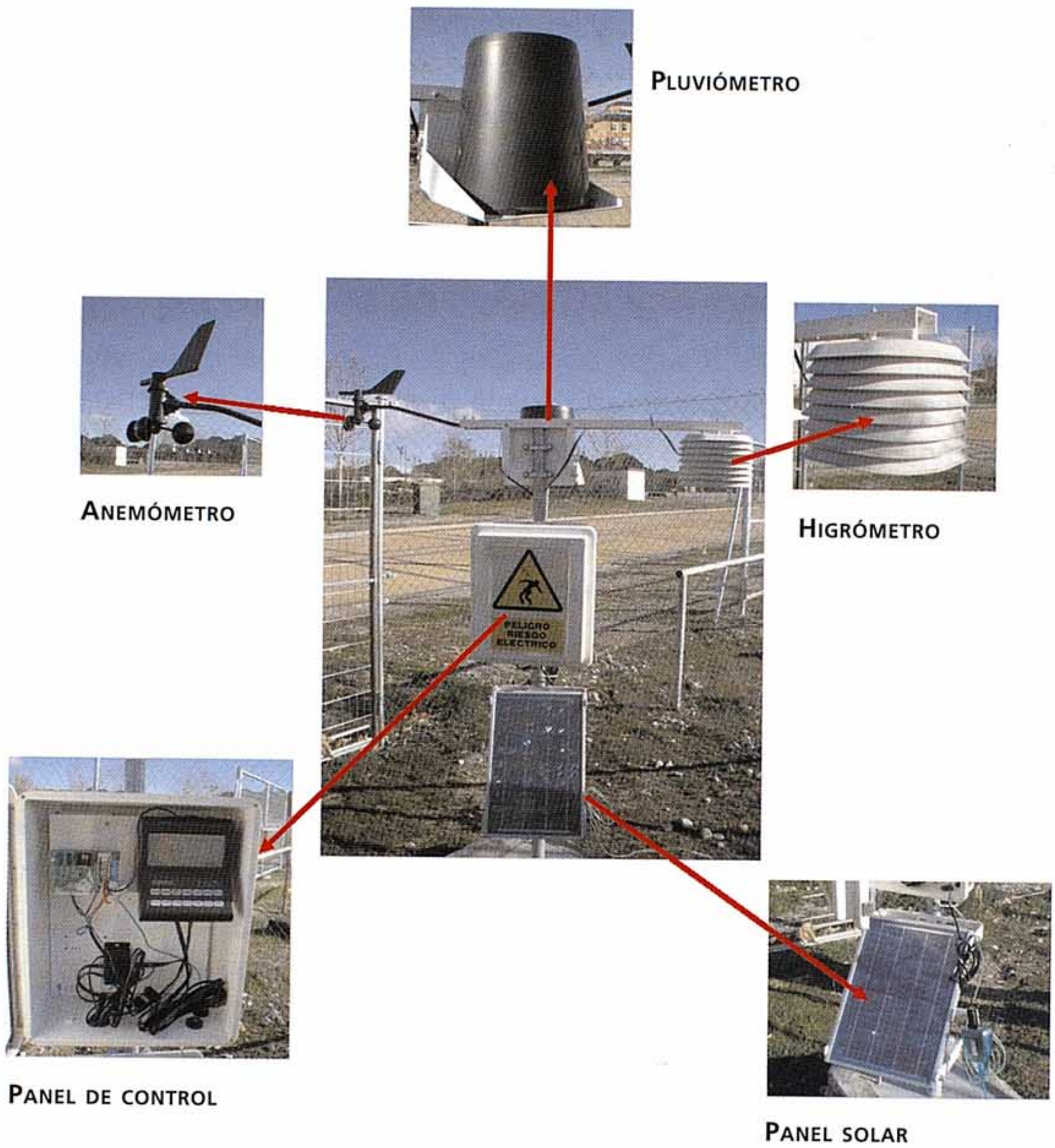
ESTACIONES METEOROLÓGICAS: MEDICIÓN DE VARIABLES

Con anterioridad se ha comentado que la climatología es una ciencia retrospectiva (estudia largos periodos de tiempo para obtener una idea más o menos clara de los patrones que se repiten a lo largo del tiempo) y utiliza los datos que le proporciona la meteorología, ciencia prospectiva que trabaja con datos reales e instantáneos recogidos por las estaciones meteorológicas.

Estas estaciones han evolucionado a través de la Historia en su tecnología y materiales pero no en su concepción. A grandes rasgos todas ellas constan de un *barómetro* (aparato cuya función es medir la presión), un *pluviómetro* (que mide precipitaciones), un *higrómetro* (que mide el grado de humedad del aire) un *termómetro* (que mide temperaturas) y un *anemómetro* (mide el viento). A partir de este punto las estaciones pueden ser mucho más complejas en función de la información que se desee recoger, y son capaces de medir, entre otras cosas, humedad relativa, punto de rocío, etc. También cuentan con potentes procesadores que realizan cálculos más complejos.

Además de la Red Nacional del Instituto Nacional de Meteorología (I.N.M), otras entidades poseen sus propias estaciones. Incluso, es muy habitual ver en las ventanas de las casas pequeñas estaciones meteorológicas que recogen información, dando una idea del interés y atención que acapara la meteorología y la climatología en la opinión pública hoy en día.

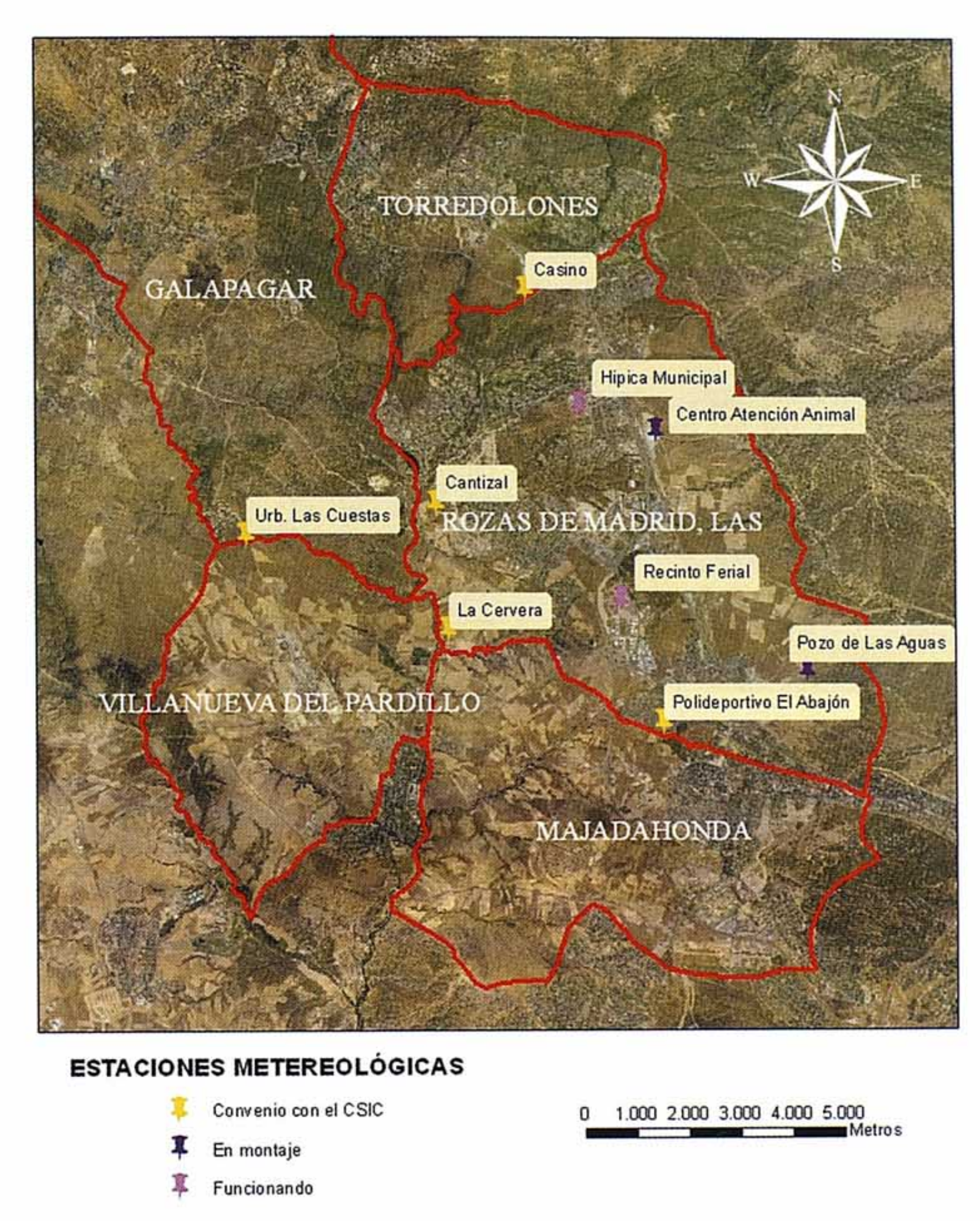
El Ayuntamiento del Municipio de Las Rozas de Madrid, en colaboración con el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (C.S.I.C.), ha realizado un importante esfuerzo implantando una red propia de estaciones meteorológicas.



Vista general de una estación meteorológica del Ayuntamiento de Las Rozas de Madrid y partes de la misma. Fuente: Concejalía de Medio Ambiente de Las Rozas.

Se presenta un mapa en el que se puede ver la localización de las estaciones que actualmente están en funcionamiento en el municipio (propias unas y en colaboración con el C.S.I.C. otras, como hemos dicho antes). También hay que destacar que existe la intención de ampliar próximamente esta red basándose en el diseño de una malla sistemática que cubre todo el territorio del municipio.

Algunas de las estaciones colocadas conjuntamente con el C.S.I.C. se encuentran fuera del término municipal con el objetivo de rodearlo, teniendo de esta forma una información más completa y exhaustiva que mejora la calidad de los análisis realizados y de los resultados obtenidos.



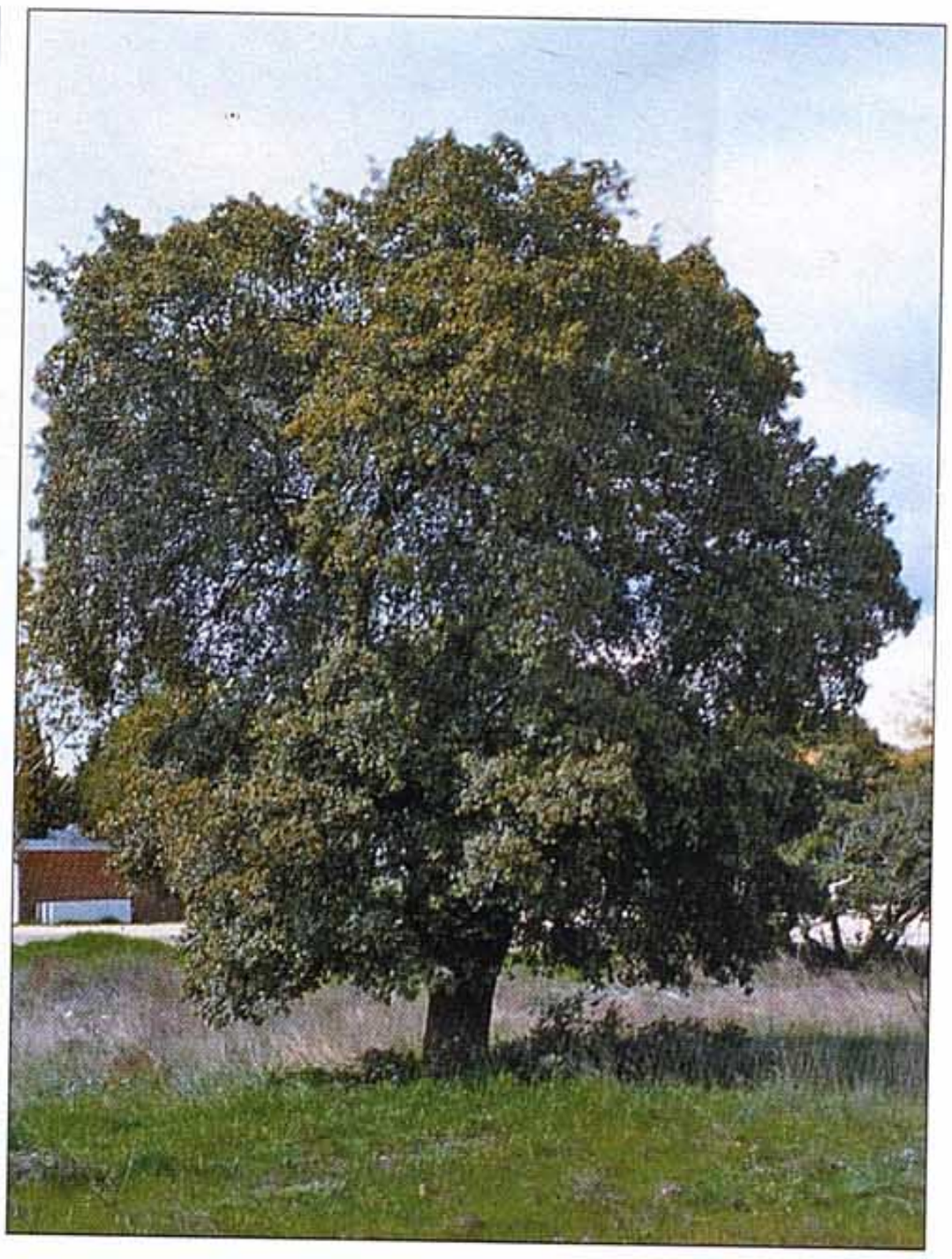
Mapa de localización de las estaciones meteorológicas.
Fuente: Concejalía de Medio Ambiente de Las Rozas.

CLIMA Y VEGETACIÓN

El clima es un factor de primer orden a la hora de explicar la estructura, estrategias adaptativas, distribución y funcionamiento de las comunidades vegetales. Igualmente determina directa e indirectamente las características y actividad de la fauna y el suelo, así como las relaciones entre ellos y la vegetación.

Así, la distribución de las plantas está controlada, en primer lugar, por la distribución de las condiciones climáticas y, en una región determinada, los extremos de estos factores pueden ser más significativos que los promedios.

Hoja compuesta de Pistacia.
Fuente: Concejalía de Medio Ambiente de Las Rozas.



Porte de una encina del municipio.
Fuente: Concejalía de Medio Ambiente de Las Rozas.

De igual modo, el clima, factor trascendental en la formación de un suelo, condiciona la evolución y propiedades de éste. En consecuencia, gran parte de las influencias edáficas sobre la vegetación no son sino actuaciones indirectas del clima sobre ella.

El agua

Las plantas absorben agua del suelo porque es un elemento esencial en su constitución y fisiología; el agua es el vehículo de los nutrientes en su circulación por la planta y es indispensable en la fotosíntesis. Parte de esa agua absorbida es devuelta a la atmósfera a través de la evapotranspiración.

Estos dos procesos estarán condicionados, pues, tanto por la cantidad, distribución y calidad del aporte (es decir, por factores climáticos), como por las propiedades de retención del agua del suelo (factores edáficos), además de por los factores intrínsecos del propio vegetal.

En la Península Ibérica, la precipitación mínima necesaria para la existencia de bosque se estima en 250 mm/año (Gandullo, 1985), de los cuales 100 mm deben estar disponibles durante el periodo vegetativo. Para alcanzar la espesura completa en un bosque, la precipitación anual debe alcanzar los 400 mm (Spurr, 1982).

ZONA DE LOS VIALES EN ÉPOCA DE NIEVE.
FUENTE: CONCEJALÍA DE MEDIO AMBIENTE DE LAS ROZAS.

Todas estas consideraciones son aplicables a zonas templadas, con distribución anual más o menos uniforme o con máximos invernales. En zonas subtropicales con precipitación estival, los requisitos mínimos para la existencia de bosques son superiores.

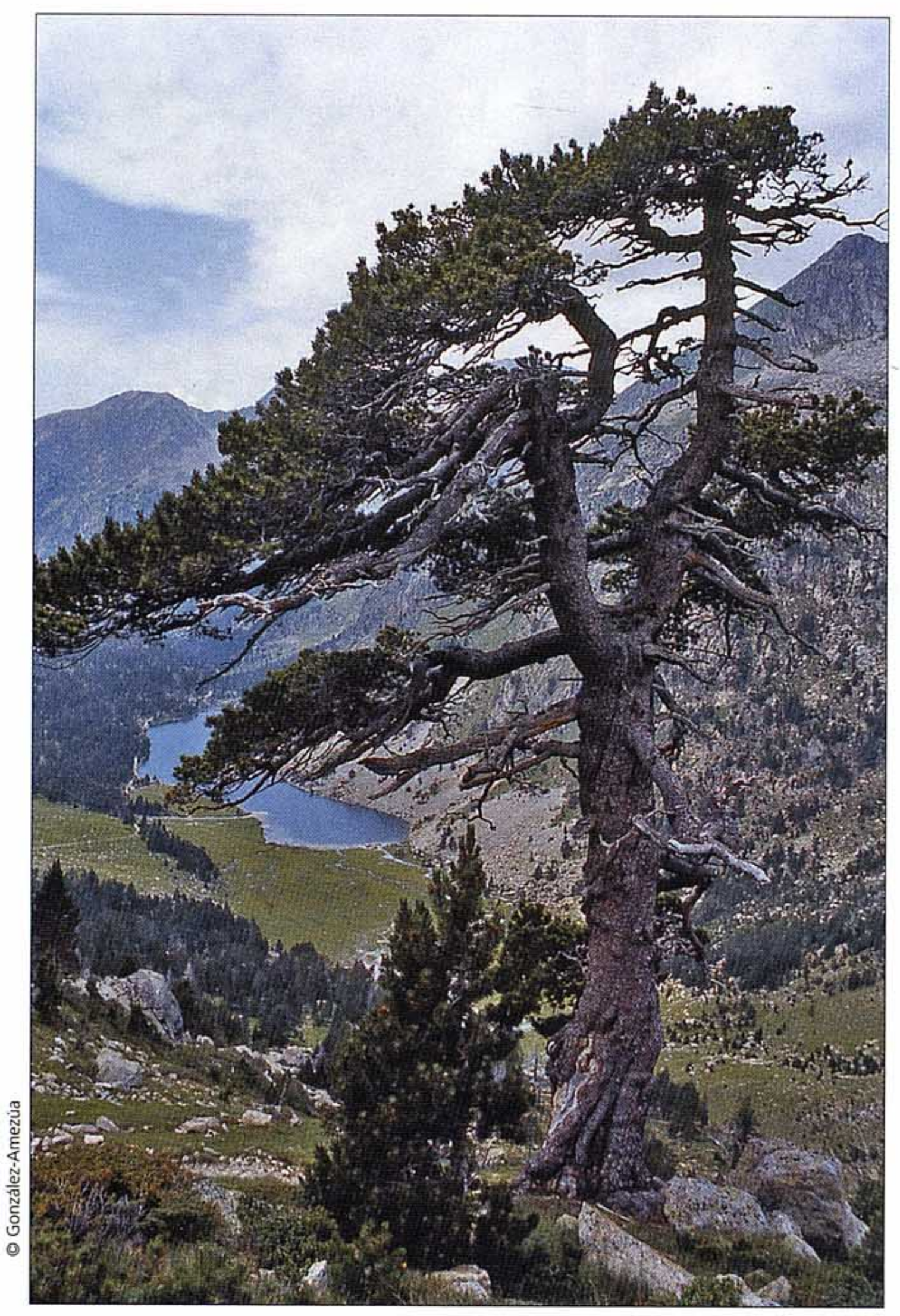
En otro rango de consideraciones, hay que considerar la influencia de la lluvia y el granizo en cuanto al daño mecánico de golpeteo sobre el vegetal.

La nieve, puede producir daños mecánicos (rotura de ramas y troncos, hecho que trae asociada la aparición de problemas fitosanitarios), impedir el desarrollo de algunas especies (denominadas quionófobas o poco adaptadas a la presencia de nieve) al acortar el período vegetativo y favorecer a otras (llamadas quionófilas). Por otro lado, la capa de nieve aísla el suelo y los tejidos de las bajas temperaturas, al contrario de lo que es comúnmente considerado y además puede servir de aporte de agua.

El viento

El viento influye sobre la vegetación merced a tres efectos fundamentales:

- Renovación de la masa de aire más próxima a la vegetación.
- Efecto de empuje mecánico. Los vientos muy fuertes causan daños como rotura de ramas, derribo de árboles, etc.



Pino con porte en bandera en el Parque Nacional de Aigües Tortes (Lérida).

- Transporte. El viento, como agente de transporte, juega un papel esencial en la polinización y diseminación de numerosas especies.

Cada especie posee un porte específico o natural, es decir, una forma que adopta su parte aérea o copa, y que corresponde a un individuo aislado, creciendo bajo las condiciones normales de su ambiente y sin haber sido alterado por la acción del hombre (poda) o de otros agentes naturales, entre los que destacan los de origen climático (viento, nieve, granizo, plagas, enfermedades o animales).

Así, los pinos y abetos presentan un porte piramidal en general (la copa del pino piñonero es globosa), los chopos y cipreses tienen porte columnar, el eucalipto es irregular en la madurez, el sauce llorón tiene sus ramas péndulas, etc.

Se hace notar que este porte natural varia en muchos casos con la edad del vegetal, volviéndose ésta más asimétrica e irregular con el paso del tiempo.

Como ejemplo claro y muy cercano de cómo las condiciones climáticas modelan este porte, en las partes altas de la sierra madrileña próxima al municipio encontramos muy frecuentemente pies de pinos silvestres con el denominado porte en bandera producido por la acción del viento.

Este proceso se puede asemejar a la acción erosiva del viento sobre las superficies, que las va desgastando poco a poco. Sobre la copa de los árboles el viento afecta a las yemas del lado sobre el que sopla predominantemente, desecándolas, llegando a inutilizarlas e impidiendo que en esa parte de la copa se desarrollen normalmente las ramas. El resultado es una conformación de la copa asimétrica.

Los vientos marinos además, a causa de su mayor contenido de agua salada, producen desecaciones más drásticas.

La temperatura

La temperatura interviene en todos los procesos bióticos. La distribución de los principales tipos de bosques en el mundo está condicionada por el régimen térmico. Por ejemplo, según Miller, no existe bosque en estaciones en las que la temperatura media mensual del mes más cálido sea inferior a 10 °C.

A tal efecto, existen unos límites de temperatura que condicionan la germinación y crecimiento de los vegetales (Gandullo, 2000):

TEMPERATURA	DESCRIPICIÓN
Temperatura letal inferior	Temperaturas por debajo de las cuales las semillas o plantas mueren (que, en el caso de las semillas suelen ser muy bajos incluso inferiores a -20 °C)
Temperatura umbral inferior	Temperaturas por debajo de las cuales la germinación o el crecimiento no se produce
Temperatura óptima	Temperaturas favorables para la germinación o crecimiento
Temperatura umbral superior	Temperaturas más allá de las cuales las semillas no germinan o no crecen las plantas
Temperatura letal superior	Temperaturas por encima de las cuales las semillas o las plantas mueren

Limites de temperatura condicionantes en la fisiología vegetal.

Resumiendo, por debajo de los umbrales de eficacia térmica, la planta no experimenta un crecimiento sensible. Entre estos umbrales, se encuentra la temperatura óptima de cada especie, es decir, la temperatura a la que el crecimiento y el potencial de evolución son máximos.

En relación con el régimen térmico las especies se clasifican en *termófilas* (resisten mal las heladas), *mesotermas* (resistencia media) y *microtermófilas* o *psicrotermófilas* (que resisten bien el frío).

En relación con el rango térmico de las estaciones en las que habitan, las especies se clasifican en *euritermas* y *estenotermas*, según las temperaturas límite se encuentren muy separadas o muy alejadas respectivamente y, por tanto, el rango en el que se desarrollan sea más o menos amplio.

Las altas temperaturas provocan daños por deshidratación, en el momento que no puede ser suplida la transpiración por los aportes de agua del suelo, dando lugar a reducción en el crecimiento o a la marchitez.

Las plantas pueden defenderse de este riesgo mediante la reducción del tamaño de las hojas, las gruesas cutículas, las coloraciones claras de las hojas o su disposición colgante, etc.

Hojas de encina, característica de clima mediterráneo.
Fuente: Concejalía de Medio Ambiente de Las Rozas.

Así, volviendo a la comparación entre el clima mediterráneo y oceánico, la vegetación típica del bosque mediterráneo presenta hojas pequeñas, perennes y coriáceas, con epidermis gruesa y cutículas céreas, a menudo vellosas y pinchudas.

Al contrario, en el bosque caducifolio característico de la llamada "España húmeda" las hojas se renuevan cada año y son más tenues y delicadas.

Las bajas temperaturas (heladas) provocan daños principalmente por deshidratación de las células por congelación del agua (efecto semejante a la marchitez por sequía) y por descalce y rotura de raíces en plantas jóvenes, como consecuencia de la dilatación y consiguiente aumento del volumen del suelo al helarse (el suelo sube).

En este apartado, asociada al calor se ha de comentar la influencia que tiene la luz sobre la floración y fructificación de los vegetales. Así, igual que cada especie necesita, para culminar su desarrollo, una cierta cantidad de calor, también la cantidad de luz que recibe diaria y estacionalmente, influye en sus ritmos vitales. Aparece así el concepto denominado *fotoperiodo*, que se define como regulación de la actividad de un organismo por la duración de los periodos de iluminación o de oscuridad.

Hojas de arce, características de un clima más húmedo.
Fuente: Concejalía de Medio Ambiente de Las Rozas.

Microclima y vegetación

Las relaciones entre vegetación y clima no sólo se establecen en un sentido único, sino que la cubierta vegetal también condiciona, mediante los procesos que establece, el clima de su ambiente más próximo, el microclima.

El microclima abarca las condiciones típicas de una pequeña zona, de extensión limitada y está determinado por factores como la orientación (en umbría sentimos más frío que en solana), accidentes montañosos que detengan o aminoren la velocidad del viento, masas de agua en las cercanías que amortigüen las diferencias térmicas y, por supuesto, la vegetación.

Uno de los factores que influye más destacadamente en el microclima de un terreno determinado es el hecho de que esté protegido contra la lluvia, el sol y la acción del viento. Estos agentes pueden actuar directamente sobre la tierra o encontrarse ésta protegida por una cubierta vegetal. El terreno desnudo es batido fuertemente por los rayos solares en verano, o enfriados bruscamente, a consecuencia de vientos secos y fríos, en invierno. Además, la evaporación del agua contenida en él puede ser muy brusca produciendo una bajada de temperatura considerable.

Las tierras protegidas por vegetación, hojas caídas, restos diversos e incluso piedras se defienden mejor del sol en verano, del frío en invierno, y de la evaporación intensa, siempre.

INFLUENCIA DEL CLIMA EN LA FAUNA

El clima ejerce un papel determinante sobre la conducta de los animales, desde sus ciclos biológicos hasta las migraciones.

De forma general, el ciclo biológico comienza a principios del mes de marzo, cuando las heladas no son tan intensas y el agua se encuentra en forma líquida, produciéndose los nacimientos en primavera, época en la que la comida es más abundante.

A continuación se expondrán algunos ejemplos de esta influencia sobre especies que, bien por su carácter emblemático (como es el caso de la cigüeña, símbolo de Las Rozas), bien por su singularidad ecológica (como la presencia

de cormoranes en el embalse del Molino de la Hoz), o bien por su influencia sobre actividades humanas (pastoreo o plagas de procesionaria), merecen ser comentados.

El clima y las migraciones

La migración en la fauna es una forma especial de adaptación que se presenta en muchas especies ante la necesidad de buscar lugares óptimos en los que desarrollar sus actividades tanto de supervivencia como reproductivas y es condicionada principalmente por las condiciones climáticas de los lugares en cuestión.

En la actualidad cuando hablamos de migraciones nos estamos refiriendo a las de las aves, ya que las migraciones de mamíferos prácticamente han desaparecido al ocupar el hombre toda la península. Antes de la adopción de la ganadería, la fauna silvestre de nuestras latitudes realizaba migraciones al entrar el verano en sentido nordeste-sudoeste, por itinerarios muy similares a las que después imitaría la trashumancia, buscando pastos verdes. La única clase de migración a las que se puede referir en cuestión de grandes mamíferos es a las migraciones altitudinales en las que las especies se desplazan desde las cumbres montañosas hasta los valles o zonas de menor altura en busca de las condiciones climáticas óptimas para cada momento de su ciclo biológico.

El clima también influye, sobre todo en lo que se refiere a los regímenes de precipitaciones y recursos hídricos estacionales a las migraciones de la fauna piscícola de entre los que podemos destacar el caso del salmón cuya vida se desarrolla en mares y océanos y se interna en los ríos para reproducirse, momento en el que es de mayor interés económico debido a su importancia en cuestiones de pesca.

En cuanto a las aves se desconoce cuáles son los estímulos ambientales concretos que les impulsan a comenzar la migración. Podría ser el descenso de las temperaturas y la llegada del crudo invierno, por la escasez de alimento o por una combinación de las dos. Lo único cierto es que realizan enormes viajes, con una precisión extraordinaria, cuyos motivos son la búsqueda de alimento y la reproducción o cría en climas más favorables.

En nuestro municipio no podemos hablar de aves migratorias sin mencionar de forma especial a la cigüeña, especie emblemática y representativa de Las Rozas. En el escudo del pueblo hay una cigüeña, la popular cigüeña María, la única que en la década de los sesenta quedó en Las Rozas.

Cigüeña posada y sobrevolando el Municipio de Las Rozas.
Fuente: Concejalía de Medio Ambiente de Las Rozas.

La cigüeña blanca es una de las especies más conocidas y queridas por la gente de nuestros pueblos. A ello ha contribuido su característica figura y el que haya elegido desde tiempos inmemoriales las edificaciones humanas para ubicar sus nidos. Consecuencia de ello es que las cigüeñas forman parte de nuestra cultura, estando presentes en cuentos, canciones y leyendas.

Nuestro país es el que tiene el mayor número de cigüeñas de la Unión Europea, alrededor de 25.000 parejas, de las que un 70% ya había regresado a sus nidos a finales de diciembre, cuando habitualmente pueden verse por San Blas (3 de febrero), de ahí el origen del dicho "Por San Blas, la cigüeña verás. Si no la vieres, año de nieves".

La abundancia de comida que proporcionan los vertederos y un clima más cálido son factores que han contribuido al aumento del número de cigüeñas y a que cada vez emigren menos. Alrededor del 30% de las cigüeñas que habitan en España no emigran a África durante el invierno. En ocasiones hacen falsas migraciones hacia el sur peninsular porque el clima es más suave y pueden obtener alimento de arrozales y, sobre todo, de vertederos.

© fpfunke-Fotolia.com

Nido de cigüeñas.

El escudo de Las Rozas, con la cigüeña María.

La mejor época para observar el vuelo de las cigüeñas se inicia a finales del invierno y alcanza hasta finales de verano, momento en el cual empiezan a planificar la nueva migración. Para ello, se reúnen en las praderas, desde donde se alzan en círculos cada vez más altos, aunque, por la noche, vuelven a sus nidos. Con los primeros síntomas del invierno se marcharán definitivamente en bandadas fáciles de ver durante el día, a gran altura, aunque sin mantener ningún orden determinado.

Otro caso peculiar en Las Rozas es el de los cormoranes presentes en el embalse del Molino de la Hoz. Estas aves se establecen indistintamente junto al mar o aguas dulces, según los casos y condiciones locales de las regiones que habita. Los grandes ríos bordeados de árboles y maleza ofrecen a los cormoranes refugio seguro, y allí, resulta fácil descubrirlos. No obstante, anidan con preferencia junto al mar, en los acantilados rocosos inaccesibles para el hombre. Se trata de un ave estacionaria, o que, como máximo, lleva a cabo migraciones irregulares, porque sólo cambia de residencia impulsado por la abundancia de alimento que pueda encontrar durante la época invernal.

Cormorán que habita en el embalse de Molino de la Hoz.
Fuente: Concejalía de Medio Ambiente de Las Rozas.

Sin embargo, en el caso particular que estamos comentando, debido entre otras cosas a la suavidad del clima, encuentran con facilidad comida, por lo que presentan una colonia permanente que es fácilmente observable posada en el árbol de hierro que surge de las aguas del embalse.

Clima y fenología de los insectos. La procesionaria del pino.

Como ya se ha dicho, la dinámica de poblaciones (variación del número de individuos de una generación a otra) y el desarrollo y conducta de la fauna está principalmente determinada por el clima, además de por la alimentación.

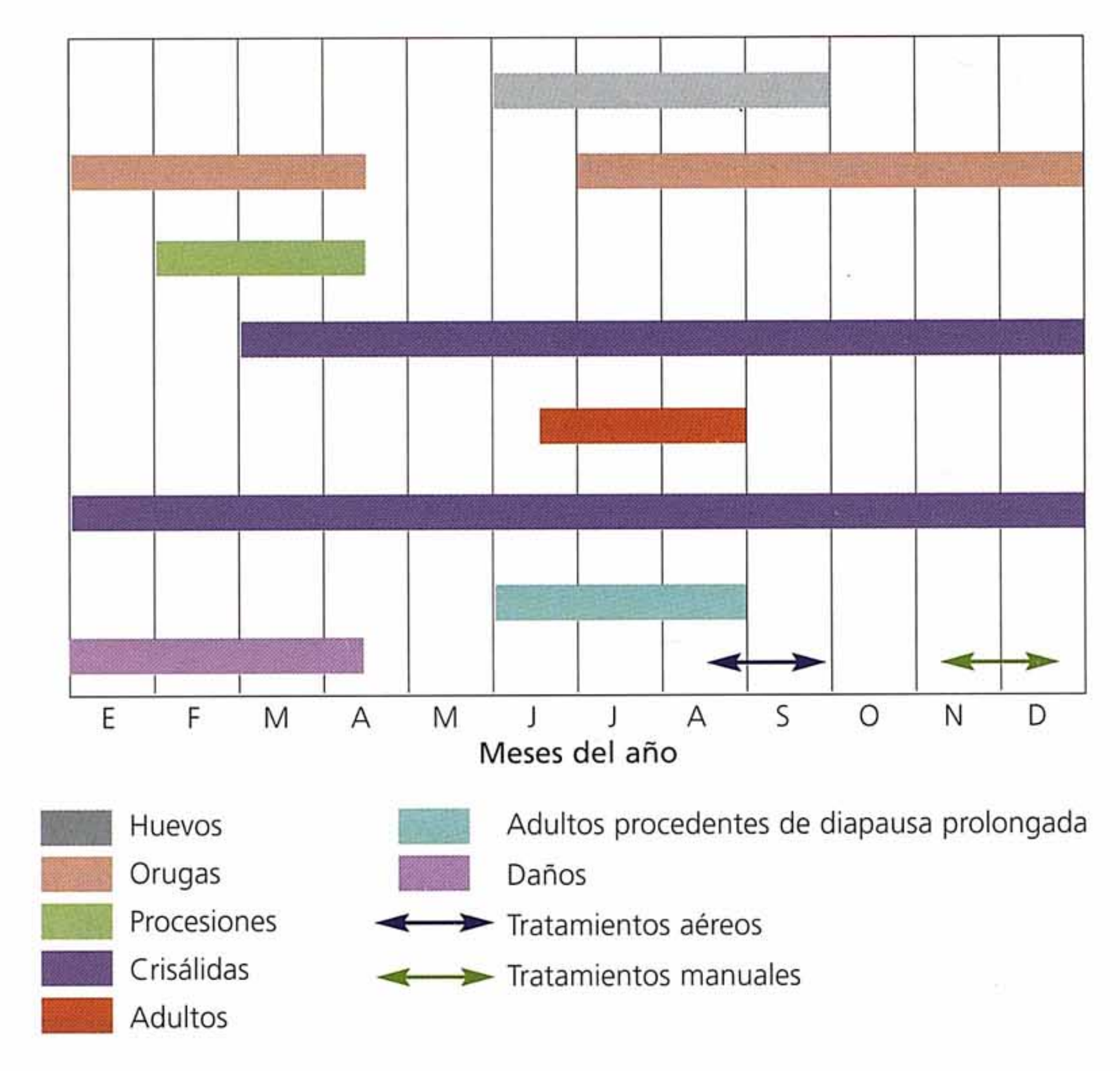
Dentro de los insectos el aspecto climático cobra especial importancia debido a la complejidad que presentan sus ciclos biológicos, marcados por las metamorfosis, término que define los sucesivos cambios que sufren hasta alcanzar las características del insecto adulto.

La procesionaria del pino *(Thaumetopoea pityocampa Den. & Schiff.)* constituye un ejemplo revelador de cómo las condiciones climáticas pueden favorecer la expansión de una especie o actuar como mecanismo regulador de sus poblaciones y su ciclo vital.

Este insecto es uno de los principales defoliadores forestales que actúan en la cuenca mediterránea, produciendo considerables daños y encontrándose su área de influencia en proceso de expansión.

El ciclo completo de desarrollo de la procesionaria exige al menos un año y consta de cuatro fases: adultos (mariposas), huevos, orugas y crisálidas (fase que pasan bajo tierra, envueltas en un capullo para convertirse en mariposas y recomenzar el ciclo).

La siguiente figura ilustra la duración y época del año en el que tiene lugar cada fase en Aragón. Pero según sean las condiciones del clima de cada zona particular, las fases comenzarán antes o después dentro de la horquilla temporal que marcan las bandas de colores. Por tanto, no varía sólo entre países, sino también a escala regional o comarcal.



Resumen del ciclo biológico de la procesionaria del pino en Aragón. (según Montoya et al.).

La oruga de la procesionaria del pino es quizás una de las más conocidas por todos, ya que es fácil detectar los bolsones o nidos que teje en las ramas de los pinos de masas forestales y jardines, así como sus características procesiones antes de enterrarse para convertirse en mariposa.

Por otro lado, son muchos los que han sufrido el efecto irritante de los pelos urticantes que liberan al ambiente cuando se sienten amenazadas.

Es precisamente la acción térmica de esos nidos lo que permite a la colonia aguantar los rigores del invierno y completar su desarrollo, pues es uno de los pocos insectos de nuestras latitudes que vive al aire libre y se mantiene activo durante la estación fría, saliendo todas las noches en procesión para alimentarse de las acículas de los pinos. Efectivamente, el nido actúa como un verdadero "radiador" que mantiene la temperatura elevada dentro del bolsón y su envergadura y grosor está directamente relacionado con la crudeza del invierno.

Bolsón de Procesionaria en un pino.
Fuente: Concejalía de Medio Ambiente de Las Rozas.

Esta estrategia de supervivencia exige un mecanismo de adaptación a las condiciones climáticas y sus fluctuaciones, que le ha permitido a la procesionaria no sólo extenderse por todo el ámbito mediterráneo, sino constituir una verdadera plaga en numerosos países, entre los que destaca España, que presenta un óptimo clima para esta especie. Es más, numerosos estudios han constatado ya la progresión desde hace varias décadas de su área de distribución tanto en latitud hacia el norte como en altitud. Este hecho parece estar principalmente ligado al proceso de calentamiento global.

Efectivamente, la acción primordial de los elementos climáticos sobre la biología de la procesionaria (y particularmente la de la temperaturas mínimas de enero y la insolación anual) han sido claramente establecidos. Esta extensión de su área de influencia observada puede explicarse por el aumento del número de otoños e inviernos suaves, bajo la posible acción del proceso de recalentamiento climático

En España, se encuentra ampliamente repartida en toda la Península y Baleares, donde empezó a observarse no hace muchos años. La superficie susceptible de ser atacada (y no sólo con defoliaciones graves) se elevaba a 1.200.000 ha en 1977. Actualmente, más de 500.000 ha son completamente defoliadas cada año a causa de esta plaga.

Ahondando en la influencia de la temperatura en la actividad de las orugas, el siguiente cuadro ilustra los umbrales que determinan la actividad de la procesionaria.

32 °C	Umbral letal superior
30 °C	"Estallido" de la colonia. Las orugas se disgregan
25 °C	Reagrupamiento de la colonia
20 °C	Tejido del nido. Búsqueda del sol. Las orugas se alimentan pero no evolucionan
0 °C	Reagrupamiento de la colonia. Cesa la actividad
-7 °C	Umbral letal del individuo aislado
-10 °C	Umbral letal de la colonia

Umbrales térmicos determinantes en los ritmos de la procesionaria del pino (según Démolin, 1969).

Así, en lugares con clima favorable para el defoliador, el rango de temperaturas le permitirá desarrollarse mejor y más rápido, dando estabilidad a la población y acortando el tiempo necesario para colonizar las masas.

Al contrario, cuando el clima es más frío, las condiciones que imperan son menos favorables y se podría decir que "ponen en aprietos" a la procesionaria. Más concretamente, en estas zonas las temperaturas se mueven en un rango que obliga a la colonia a pasar periodos sin alimentarse o sin actividad debido al frío, hecho que determina el aumento del periodo larvario, retraso del comienzo de las fases siguientes e incluso la entrada en una especie de estado de latencia. Esta latencia tiene como misión la de mantener una pausa en el ciclo de desarrollo, evitando llegar a completarlo en un año (duración de un ciclo normal) y prolongándolo hasta el siguiente año hasta encontrarse con condiciones favorables.

En el caso límite, las temperaturas pueden bajar esporádicamente por debajo del umbral tolerable de las orugas (-7 a –10 °C), que sucumben al frío, mortalidad que trae como consecuencia la disminución de la población anual del insecto.

Otro momento clave en el que el clima muestra su influencia en el ciclo biológico de la procesionaria es el de paso de la fase enterrada a la de mariposa, la cual vuela en busca del emplazamiento adecuado para poner sus huevos.

La salida de las mariposas de la tierra tiene lugar en los meses de verano al ponerse el sol, aunque la época exacta es variable en función de la altitud y latitud y, por extensión, del clima imperante. A rasgos generales se puede decir que se adelanta en los climas más fríos. Por ejemplo, mientras en Francia el vuelo de las mariposas, tras salir de su enterramiento, se da en el transcurso del mes de julio y agosto, en Badajoz ocurre entre la primera semana de agosto y mediados de octubre.

Si nos fijamos en el momento en que las orugas se entierran (momento en el que se observan frecuentemente las famosas procesiones que buscan precisamente un lugar soleado en el que las temperaturas sean más elevadas) encontramos una vez más este determinismo. En el presente año 2007, por ejemplo, hemos podido darnos cuenta de que las procesiones cruzan las aceras del municipio unas semanas antes de lo que es habitual. Esta es la consecuencia del invierno extraordinariamente suave que todos hemos comentado.

Pastoreo y trashumancia

Una de las principales causas de que el hombre abandonase en la prehistoria la forma de vida nómada y comenzara a asentarse en poblaciones fijas fue, sin duda alguna, el descubrimiento de la agricultura y la ganadería. Ambas actividades están sometidas y condicionadas por las variaciones climáticas existentes en cada zona.

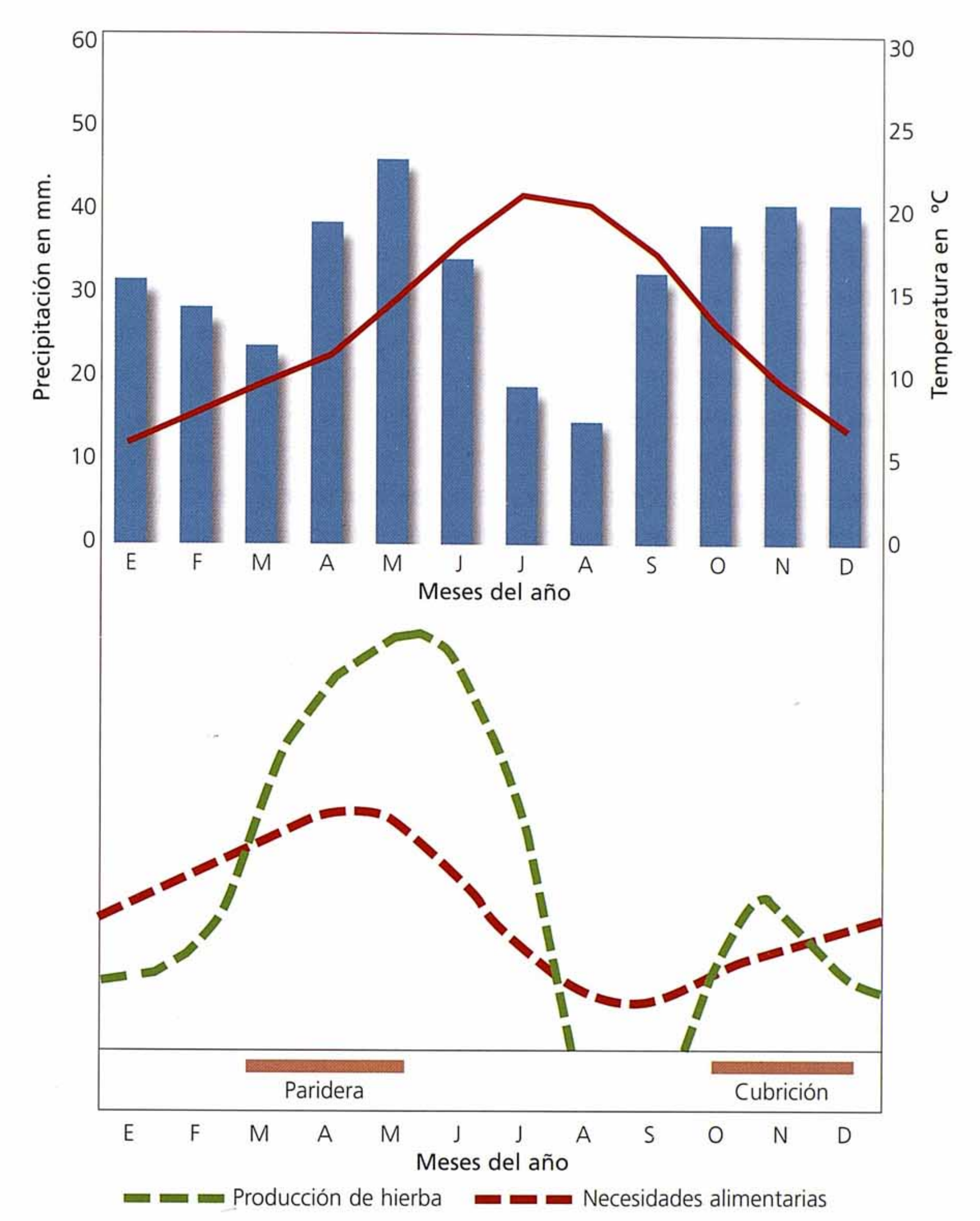
Así, en el caso particular de la ganadería, las precipitaciones, las temperaturas, la cantidad diaria y estacional de luz (fotoperiodo), etc., son los factores limitantes para la producción de pasto (recursos vegetales de los que se alimenta el ganado). Los animales a lo largo de su historia evolutiva se han adaptado a estas particularidades de forma que sus actividades (alimentación, apareamientos, partos, etc.) se ajustan a los ritmos que marca la naturaleza.

Rebaño pastando en los alrededores de Las Rozas. Fuente: Concejalía de Medio Ambiente de Las Rozas.

En el gráfico podemos apreciar, efectivamente, cómo se ajustan los momentos de cubrición (apareamiento) y parto de las ovejas a las características climáticas típicas de la zona del Mediterráneo (ver climodiagrama). De esta forma, el nacimiento de las crías, momento en que las madres tienen unas necesidades alimenticias más altas, se produce hacia la primavera que es cuando hay mayor cantidad de hierba porque las precipitaciones son más abundantes, pudiendo así satisfacer dichos requerimientos.

El hombre, en su actividad ganadera, no ha tenido más remedio que asumir estas limitaciones y esta fue una de las causas por las que surgió, en zonas de clima duro, la trashumancia. Ésta consiste en el paso del ganado de los pastos de invierno o invernaderos a los de verano (estivaderos) buscando siempre zonas donde la hierba es más abundante y de mejor calidad para el ganado.

La trashumancia en España, especialmente en las dos Castillas, ha tenido una importancia histórica y económica vital para la sociedad. En la Edad Media surgió El Honrado Concejo de la Mesta de Pastores que fue creado en 1273 por Alfonso X el Sabio reuniendo a todos los pastores de Castilla en una asociación nacional y otorgándoles importantes prerrogativas y privilegios tales como eximirles del servicio militar, de testificar en los juicios, derechos de paso y pastoreo, etc.



RELACIÓN DEL CLIMA DE UNA ZONA MEDITERRÁNEA CON LA PRODUCCIÓN DE HIERBA Y LAS NECESIDADES ALIMENTICIAS DE LAS OVEJAS.

Con anterioridad ya los ganaderos se reunían en asambleas o concejos llamados "mestas" (la palabra mesta proviene de mixta, mezclada) en diversas localidades dos o tres veces al año con el fin de tratar de los negocios concernientes a sus ganados o gobierno económico, y para distinguir y separar los mestencos (animales sin dueño conocido) que se hubiesen mezclado.

Durante la Edad Media y con el paso del tiempo a la Mesta, como pasará a ser conocida, se le añaden nuevos privilegios reales y una fiscalización especial para protegerla de los agricultores, lo que provocó largos e incontables pleitos hasta el año 1836 en que es abolida.

Relacionadas con la trashumancia aparecieron las vías pecuarias (antiguas rutas por las que transitaba el ganado), que todavía existen hoy en día y atraviesan multitud de municipios españoles, entre ellos Las Rozas de Madrid. (Es muy característica la imagen de las ovejas atravesando el centro de Madrid una vez al año por la Cañada Real que cruza La Puerta del Sol.)

En efecto, la gran cantidad de vías e infraestructuras tales como descansaderos, apriscos, etc., que aparecen diseminadas por todo el municipio atestiguan la larga tradición del mismo como zona trashumante.

A medida que la técnica humana ha ido avanzando, poco a poco, hemos podido ir "burlando" al clima mediante la estabulación de los animales, dándoles alimentación complementaria (piensos) y controlando y modificando sus ciclos reproductivos. Pero, en ningún caso, podremos liberarnos por entero de su influencia.

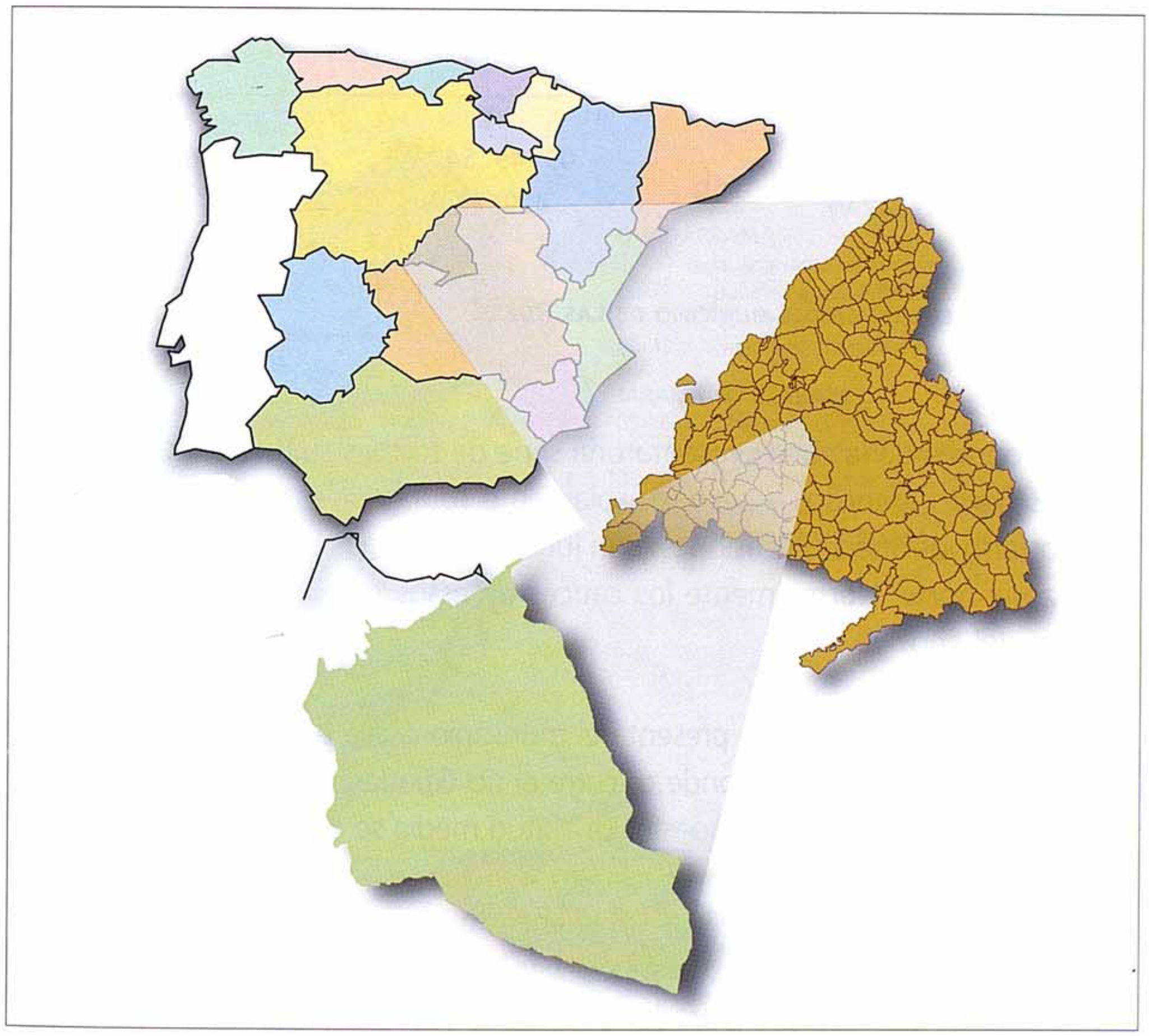
Aún es posible ver rebaños en campos y vías pecuarias de Las Rozas.

EL CLIMA EN LAS ROZAS

GENERALIDADES

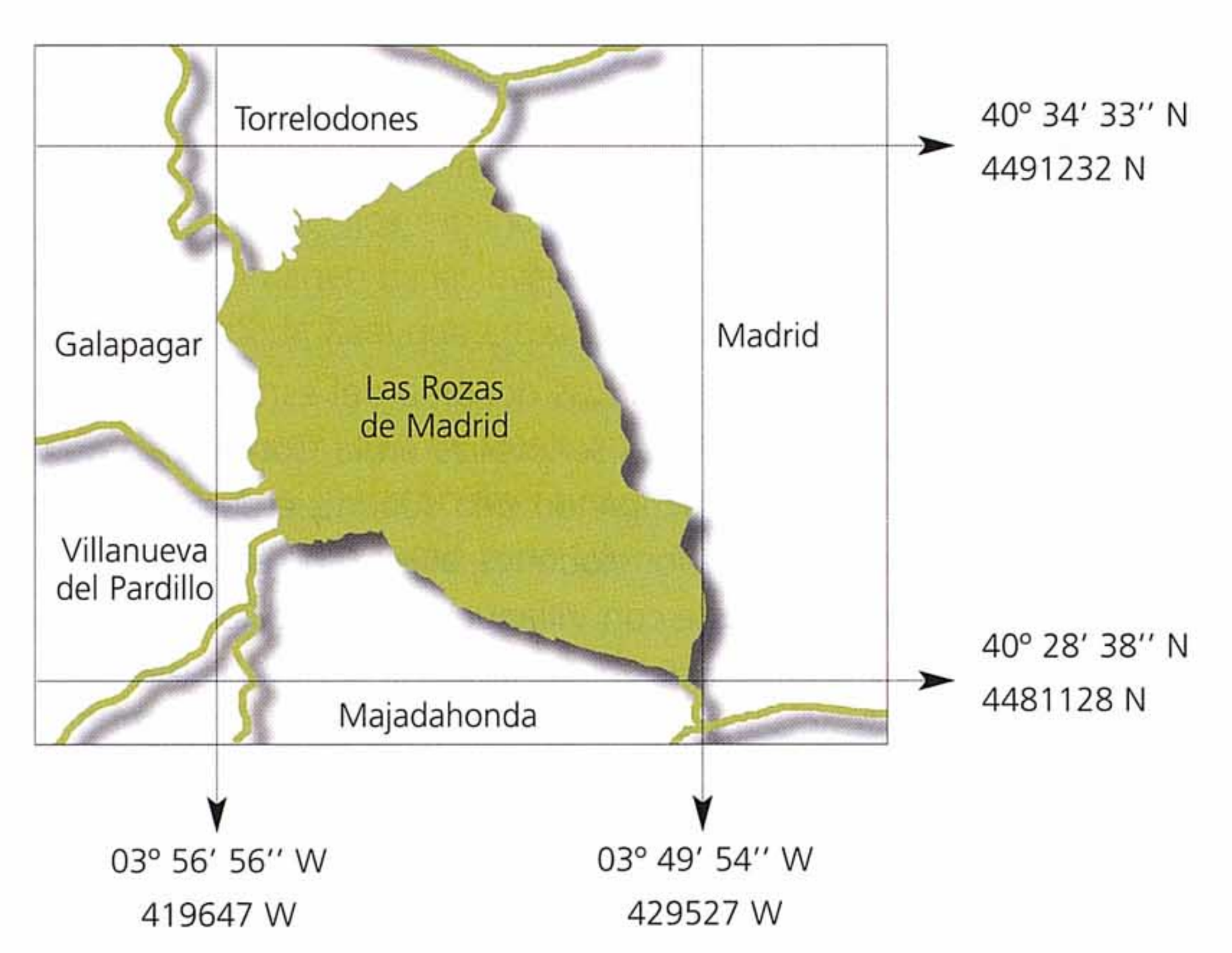
Situación geográfica y características del área del estudio

El término municipal de Las Rozas se localiza en la Comunidad de Madrid, situado a 18 Km. de la capital. Ocupando una superficie de 5.883 hectáreas, limita al norte con el municipio de Torrelodones, al este con el Monte de El Pardo, al sur con Majadahonda y al oeste con Villanueva del Pardillo y Galapagar.



Situación del municipio de Las Rozas de Madrid en el contexto de la Península Ibérica y de la Comunidad de Madrid.

El municipio se extiende entre las coordenadas 40º 34' 33'' N al norte (U.T.M. 4492132), la 40º 28' 38'' N al sur (U.T.M. 4481128), la 03º 49' 54'' W al este (U.T.M. 429527) y la 03º 56' 56'' W al oeste (U.T.M 419647).

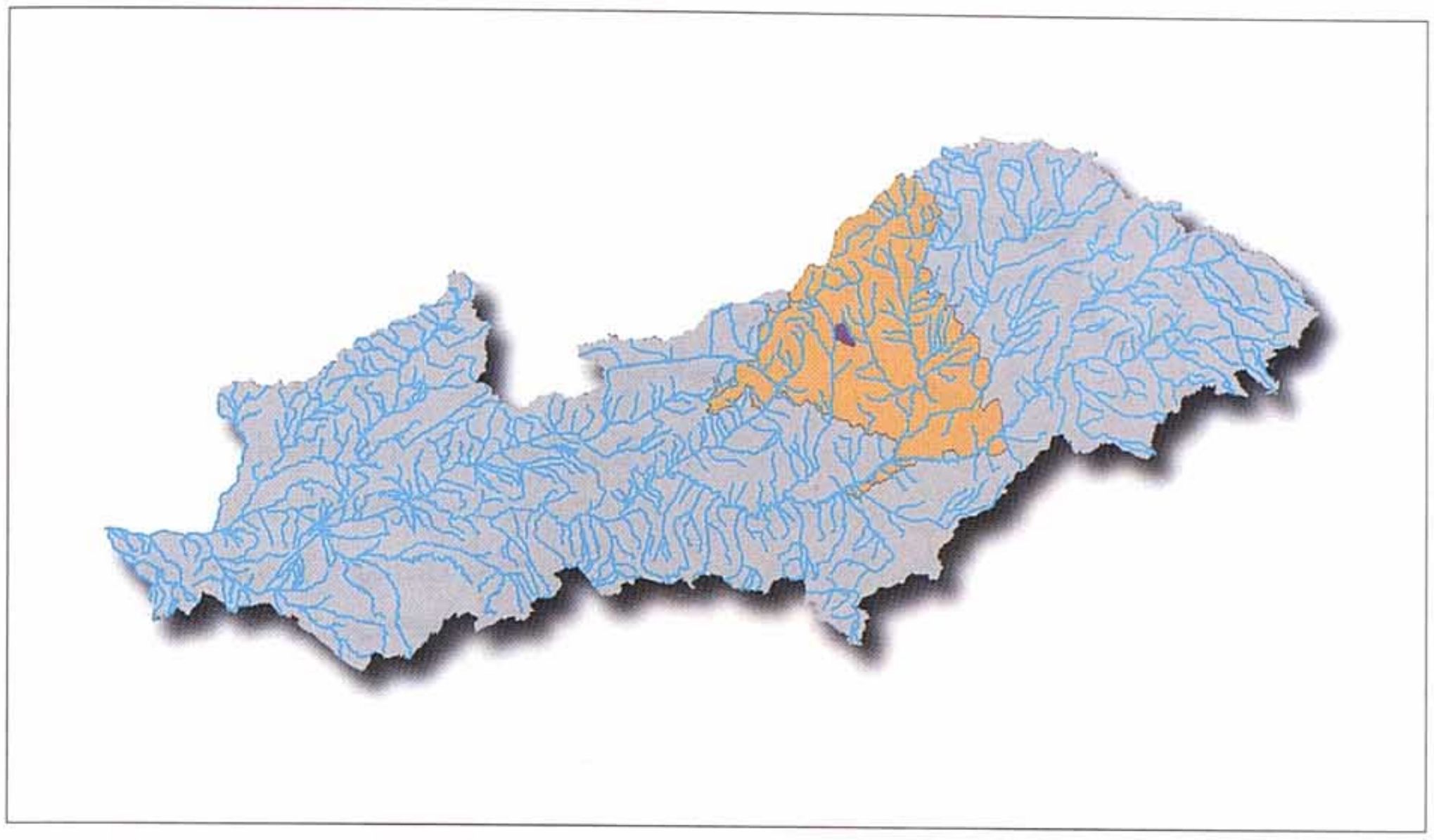


Localización geográfica del municipio de Las Rozas.

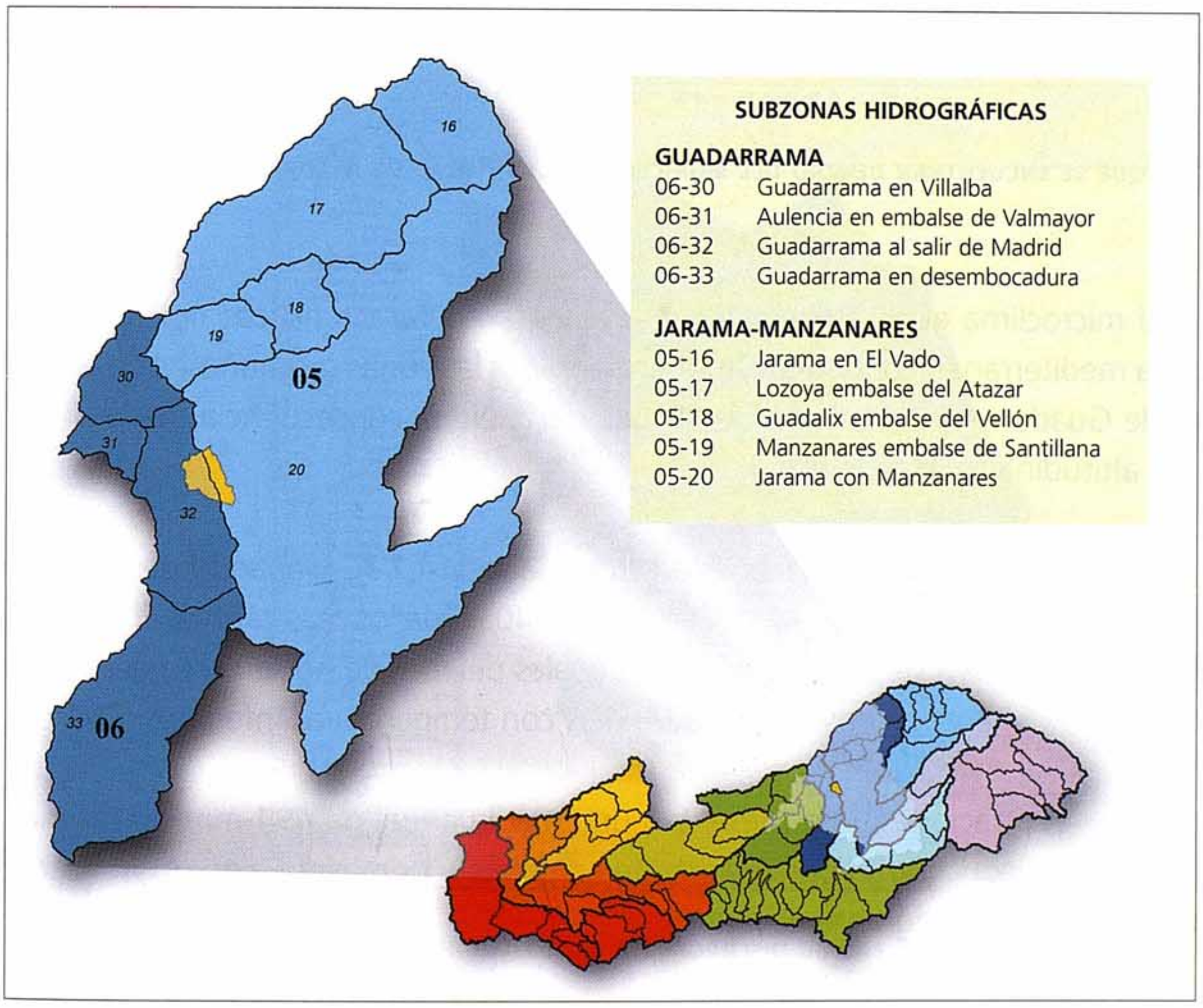
La orografía de la zona presenta una serie de formas suaves o ligeras ondulaciones (valles arenosos y colinas), solamente rotas por el encajonamiento de diversos arroyos que, en ocasiones, dan lugar a profundos barrancos, sobre todo en la zona norte. Normalmente los cauces de estos arroyos aparecen secos la mayoría del año.

El rango de altitudes que presenta el municipio oscila entre los 620 m de los barrancos occidentales por donde discurre el río Guadarrama, hasta los casi 800 m que presenta el extremo noroeste. La altitud media se sitúa en torno a 700 m.

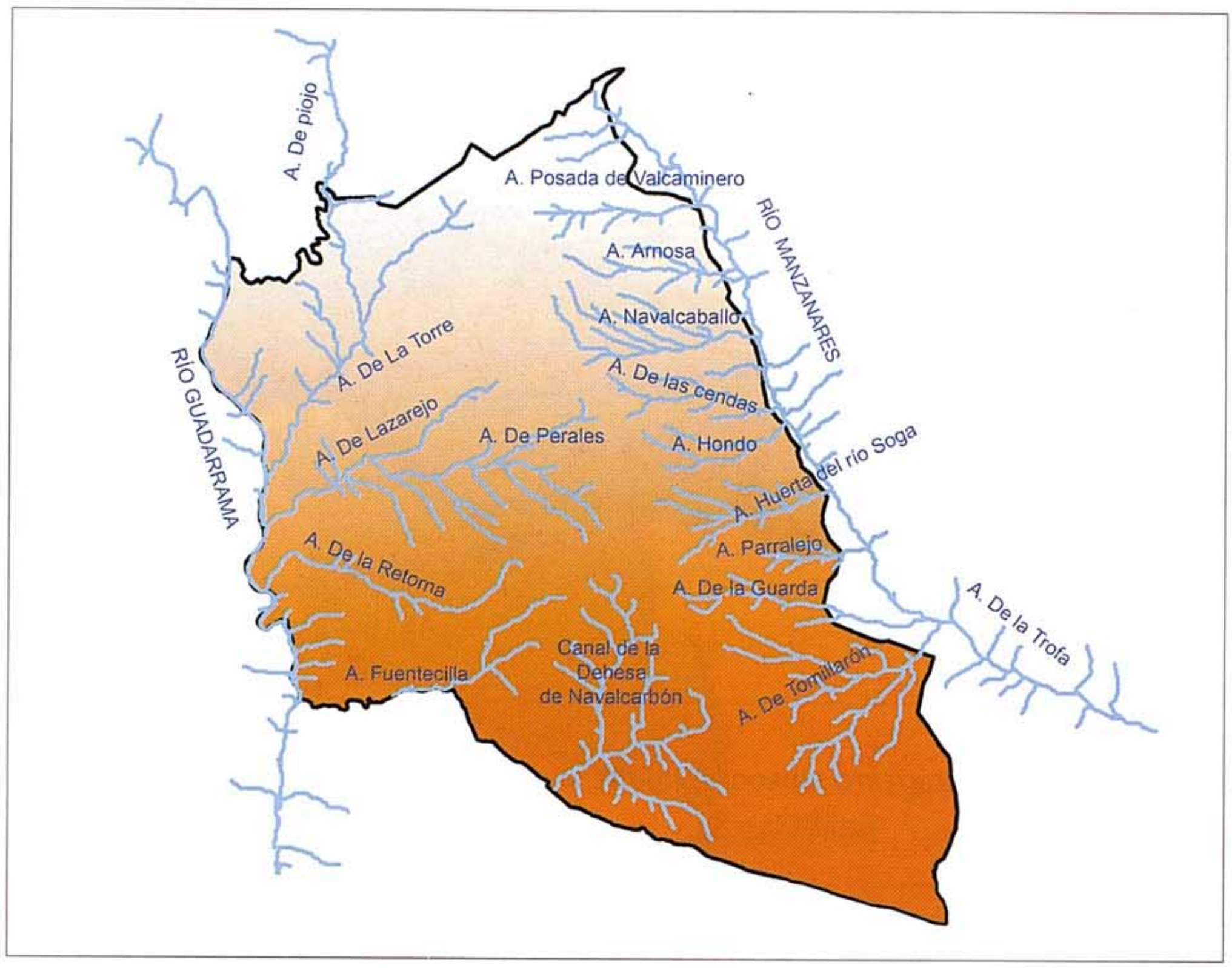
Las Rozas se reparte entre dos subcuencas hidrográficas pertenecientes a la Cuenca Hidrográfica del Tajo : la subcuenca del río Manzanares al este y la del río Guadarrama al oeste, separadas por una divisoria de aguas que recorre el municipio de noroeste a sureste, coincidente con el trazado de la carretera de La Coruña.



Localización en el contexto hidrográfico del municipio de Las Rozas de Madrid.



Subzonas hidrográficas que rodean al municipio de Las Rozas de Madrid.



Ríos que se encuentran dentro del municipio de Las Rozas de Madrid.

El microclima general de las Rozas presenta las características típicas de un clima mediterráneo continental, influenciado por las zonas montañosas de la Sierra de Guadarrama y por una cierta mediterraneidad consecuencia de su situación altitudinal y latitudinal.

La temperatura media anual está cercana a los 14,7 °C, variando desde los –4 °C de los meses más fríos, hasta cerca de los 40 °C de los más cálidos. El periodo de heladas seguras puede abarcar desde finales del mes de noviembre hasta finales de marzo, registrándose de 40 a 90 días con temperaturas inferiores a 0 °C.

Las precipitaciones, que presentan una media anual de 494 mm, aproximadamente, se concentran principalmente en otoño y primavera, con un marcado periodo de aridez durante el verano.

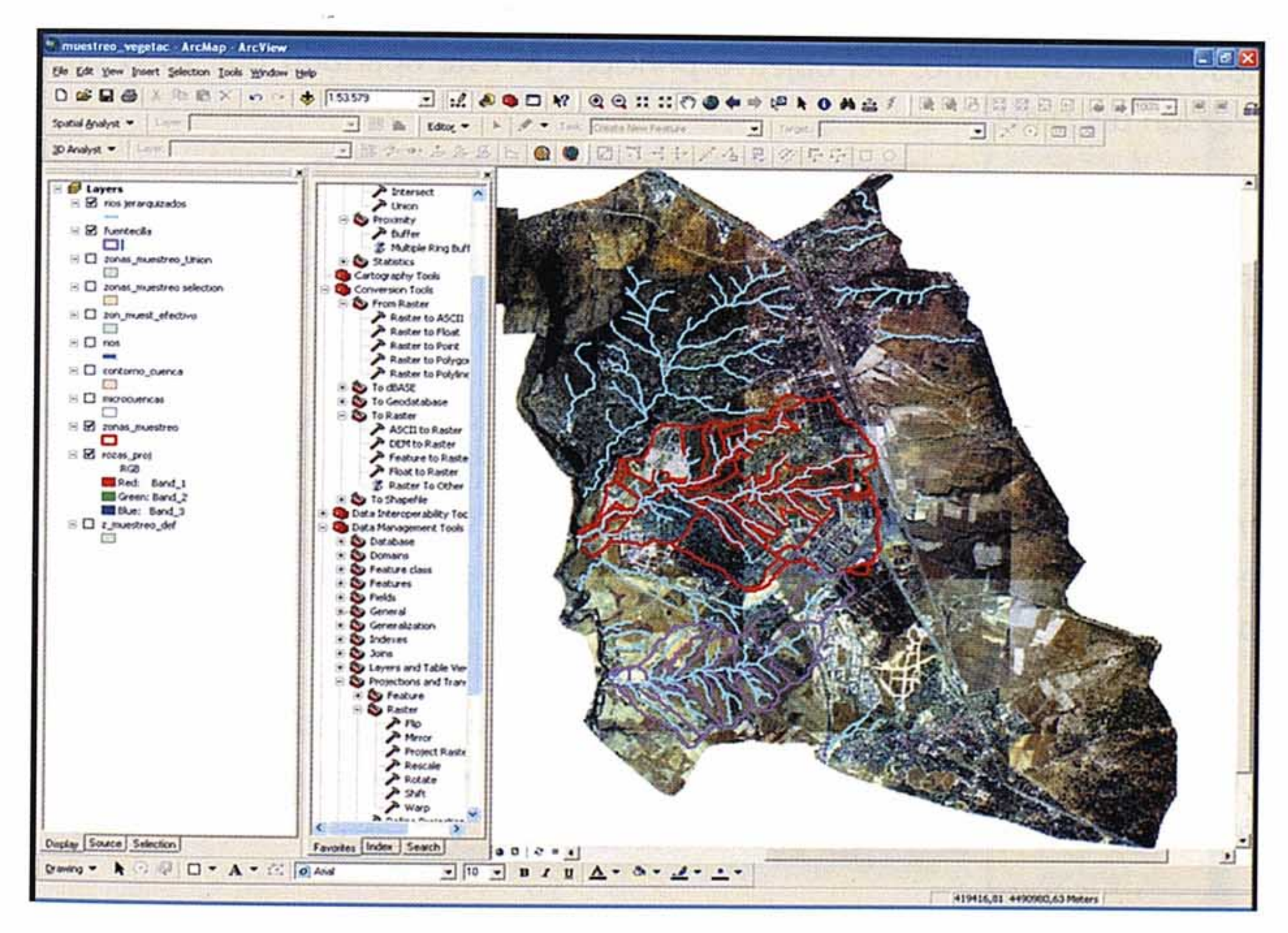
Estos factores climáticos están influenciados por la presencia del piedemonte de la Sierra de Guadarrama. Así, a medida que nos acercamos al norte del término aumentan las precipitaciones y disminuye la temperatura.

Metodología seguida

Los datos utilizados para realizar la caracterización climática que se expone a continuación se obtuvieron mediante petición oficial al Instituto Nacional de Meteorología (I.N.M.) de las series históricas de temperaturas y precipitaciones de las estaciones meteorológicas de la Red Nacional que mejor se ajustaban a la zona.

Una vez elegidas las estaciones más adecuadas (ver apartado: Elección de los observatorios representativos), se procedió a realizar el estudio de calidad de las series de datos y a completar los vacíos existentes con la media mensual del resto de años correspondientes a cada estación.

Tras disponer de los datos definitivos (resúmenes completos mensuales desde el año 1975 hasta octubre del año 2006), se trataron mediante análisis con Sistemas de Información Geográfica (S.I.G.) empleando dos programas: Sextante (Sistema Extremeño de Análisis del Territorio) y ArcGis 9.1.



Visualización del tratamiento hidrológico del municipio de Las Rozas mediante el programa ArcGis 9.1.

Los Sistemas de Información Geográfica son una emergente tecnología que se encuadra dentro del campo de los Sistemas de Información y que surgen como un método de enfrentarse a un tipo determinado de información: la que está asociada al espacio (como por ejemplo en el caso de un mapa catastral, la red de drenaje de un río o el posible emplazamiento de una nueva industria). Básicamente, se trata de sistemas de procesamiento y análisis de la información, que permiten un acceso rápido a ésta y de forma útil para su análisis.

En términos más generales, los S.I.G. se utilizan en campos tales como la ordenación del territorio, gestión de recursos naturales, tareas de control medioambiental, planificación urbana, mantenimiento y gestión de redes públicas o análisis de mercados.

Así, en nuestro caso concreto, para obtener el dato de cada parámetro aplicado a la totalidad del territorio, se extendieron los datos de las variables de temperatura y precipitación mediante dos técnicas de interpolación diferentes. Cada una de ellas tiene sus ventajas e inconvenientes característicos, pero no se explicarán en profundidad (tan solo se nombrarán) ya que dada su relativa complejidad nos desviaríamos del objetivo principal de este apartado que es la descripción del clima.

Para el caso de las precipitaciones, a partir de los puntos correspondientes a las cuatro estaciones, se extendió la variable a todos los puntos del área de estudio mediante la interpolación con el método Kriging.

Respecto a las temperaturas, habiendo obtenido previamente los mapas de radiación solar y duración en horas de la insolación recibida en el territorio mediante análisis S.I.G., se procedió a interpolar las variables teniendo en cuenta en el gradiente no sólo la altitud, sino también dicha insolación recibida en cada punto (interpolación por distancia inversa).

Por último, a partir de estos datos en forma de mapa, se obtuvieron los índices objeto de estudio a través de los correspondientes algoritmos para su posterior interpretación.

Nota importante

Es importante poner de relieve que la presente publicación es un estudio con carácter divulgativo, es decir, la metodología seguida para su confección tanto en el tratamiento de los datos como en el análisis S.I.G. es científica y rigurosa, pero en ningún caso exhaustiva ni han sido tratadas en su totalidad las varia-

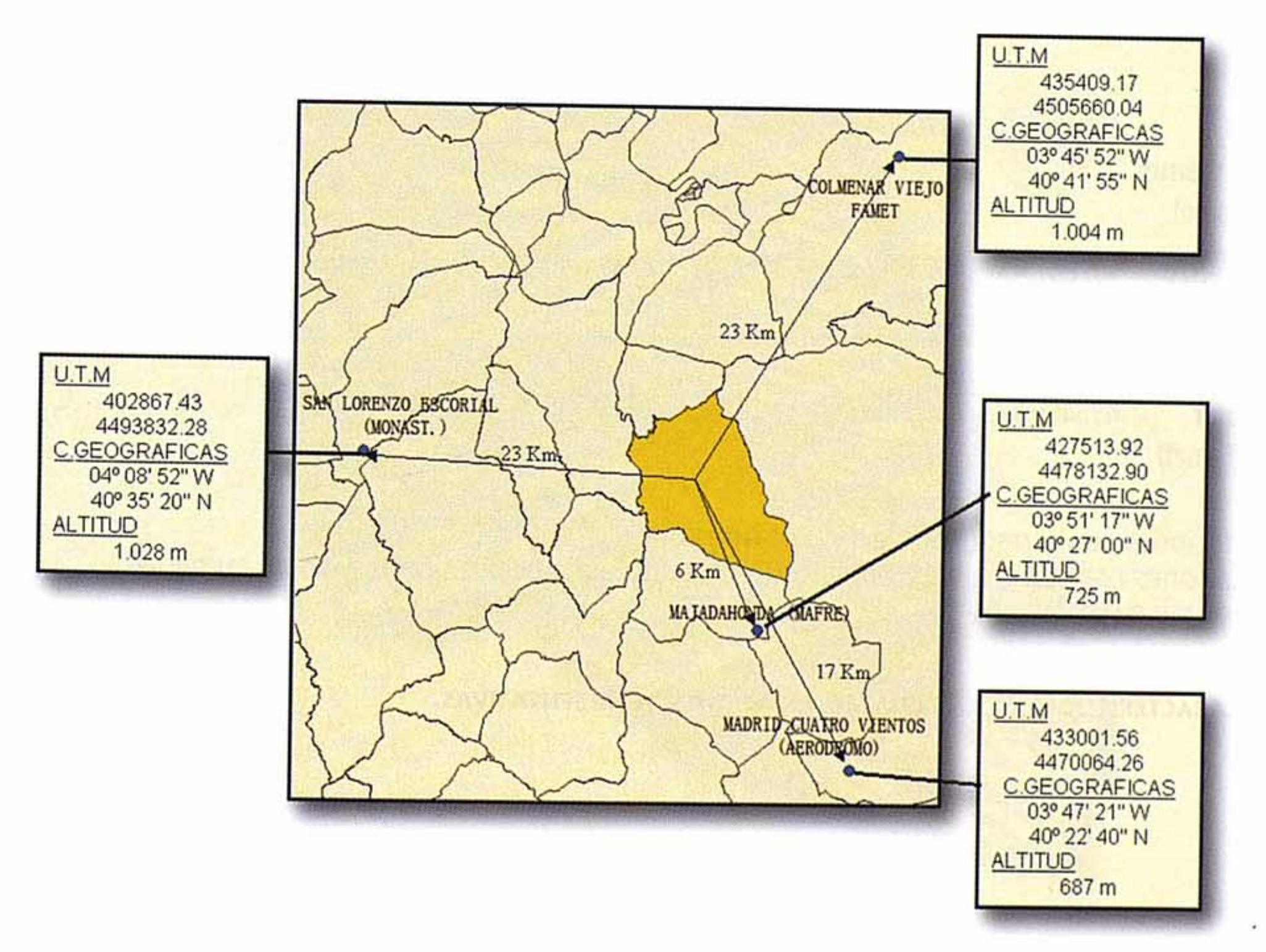
bles que intervienen en un sistema tan complejo como el clima. Por tanto, ha de quedar patente que los resultados obtenidos son orientativos y muy aproximados a la realidad, pero nunca definitivos.

Elección de los observatorios representativos. Disponibilidad de datos y justificación de la elección

Tras el estudio de las características de las estaciones meteorológicas pertenecientes a la red del I.N.M. en un radio de 25 Km. alrededor del centro del municipio de Las Rozas, se seleccionaron las siguientes:

- Majadahonda (MAPFRE): precipitaciones y temperaturas.
- Madrid Cuatro Vientos (aeródromo): precipitaciones y temperaturas.
- San Lorenzo de El Escorial (monasterio): sólo precipitaciones.
- Colmenar Viejo/Famet: precipitaciones y temperaturas.

En el croquis se presenta la situación relativa de todas las estaciones.



Croquis del municipio con las estaciones elegidas localizadas.

Los criterios fundamentales que han pesado en dicha elección son la actualidad y homogeneidad de los registros: series lo más completas posibles desde el presente año 2007 hacia atrás.

Las cuatro estaciones se ajustan de forma relativamente satisfactoria a estos requisitos, siendo además las más cercanas al área y presentando una disposición geográfica homogéneamente repartida alrededor de Las Rozas.

Así, las estaciones de San Lorenzo (sólo precipitaciones) y Colmenar proporcionan la importante influencia que ejerce la Sierra de Guadarrama, mientras que la de Majadahonda y Cuatro Vientos presentan las características de la meseta.

A continuación se presenta un cuadro resumen de las características de los observatorios seleccionados

COD.	ESTACIÓN	X	Y	LONGITUD	LATITUD	(m)	(Km)	DATOS
3193O	**Majadahonda** (Mapfre)	427513.92	4478132.90	03º 51' 17'' W	40º 27' 00'' N	725	6	TP
3196	**Madrid Cuatro Vientos** (Aeródromo)	433001.56	4470064.26	03º 47' 21'' W	40º 22' 40'' N	687	17	C
3274	**San Lorenzo de El Escorial** (Monasterio)	402867.43	4493832.28	04º 08' 52'' W	40º 35' 20'' N	1028	23	TP
3191E	**Colmenar Viejo** (Famet)	435409.17	4505660.04	03º 45' 52'' W	40º 41' 55'' N	1004	23	C

NOTA: TP: estaciones con termorresumen y pluviorresumen.
C: estaciones con resúmenes completos (temperaturas, precipitaciones, viento, humedad, insolación y evaporación).

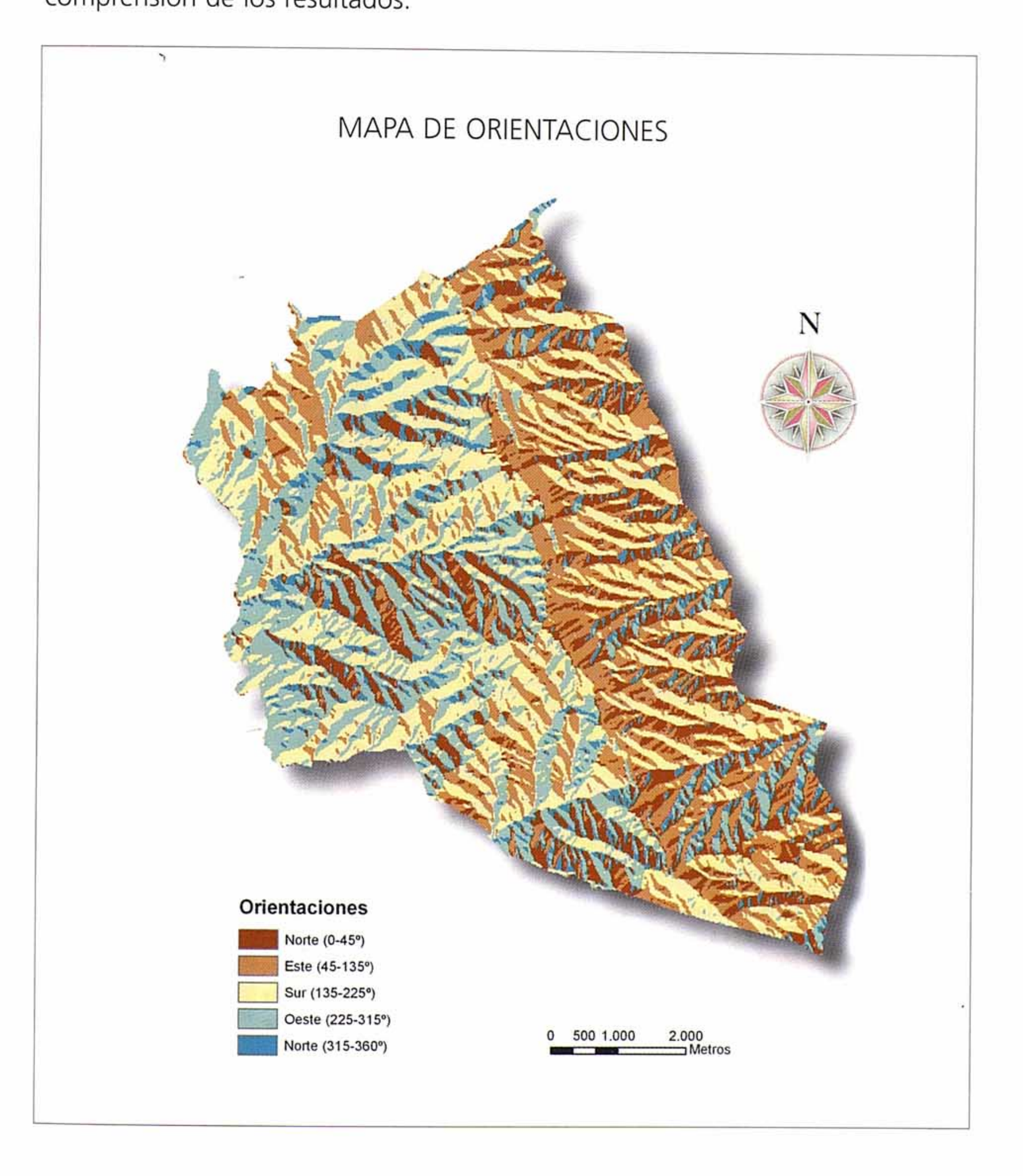
Características de las cuatro estaciones representativas.

CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS BÁSICAS DE LAS ROZAS

Tras realizar los análisis previamente comentados, se llegó a los siguientes resultados cartográficos:

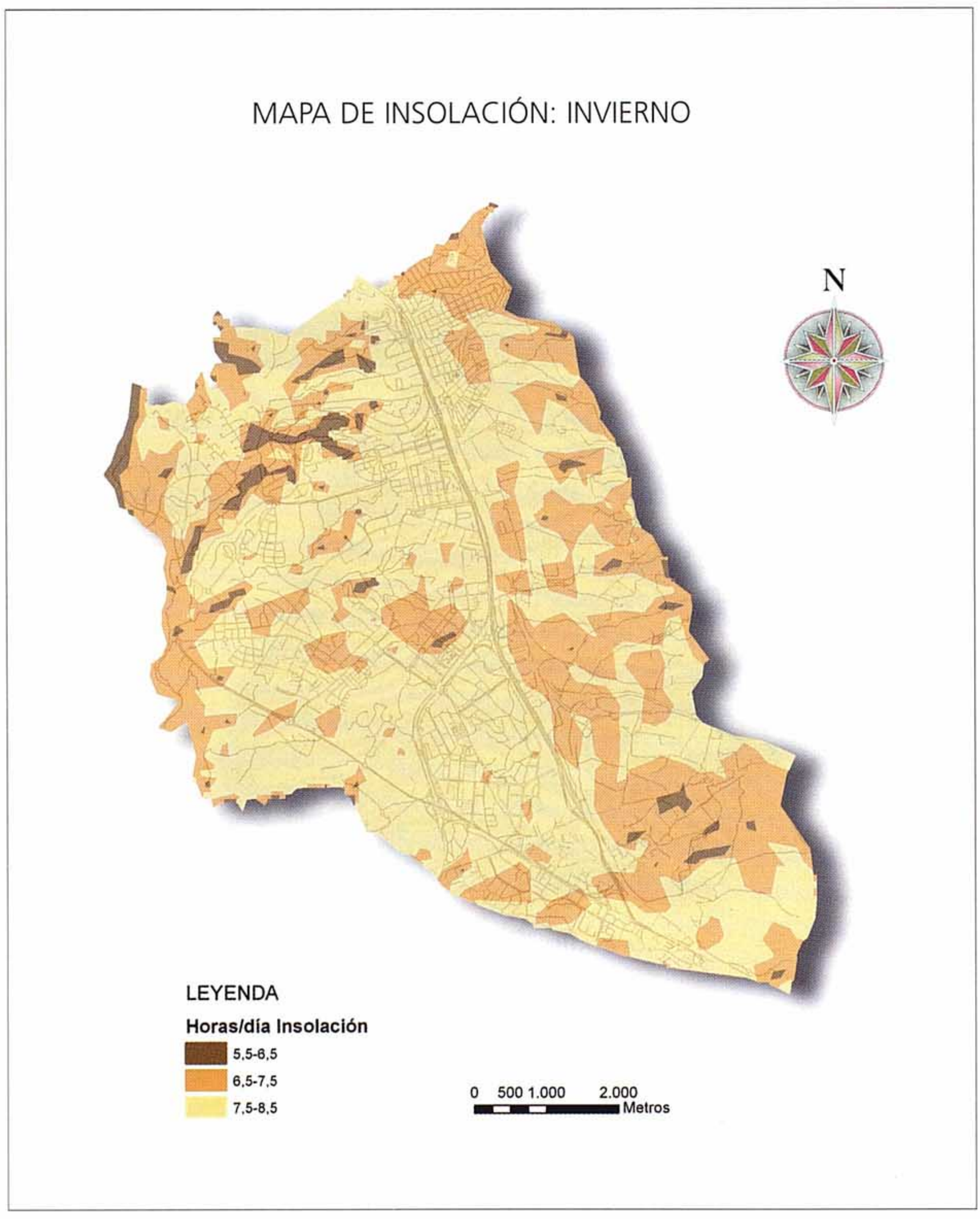
Insolación

Se presentan dos mapas que muestran la cantidad media de horas de insolación (luz) que llega a la superficie del municipio de Las Rozas en invierno y en verano. Esta variable depende, principalmente, de la latitud y de la orientación del terreno. Se introduce, también, un mapa de orientaciones para clarificar la comprensión de los resultados.

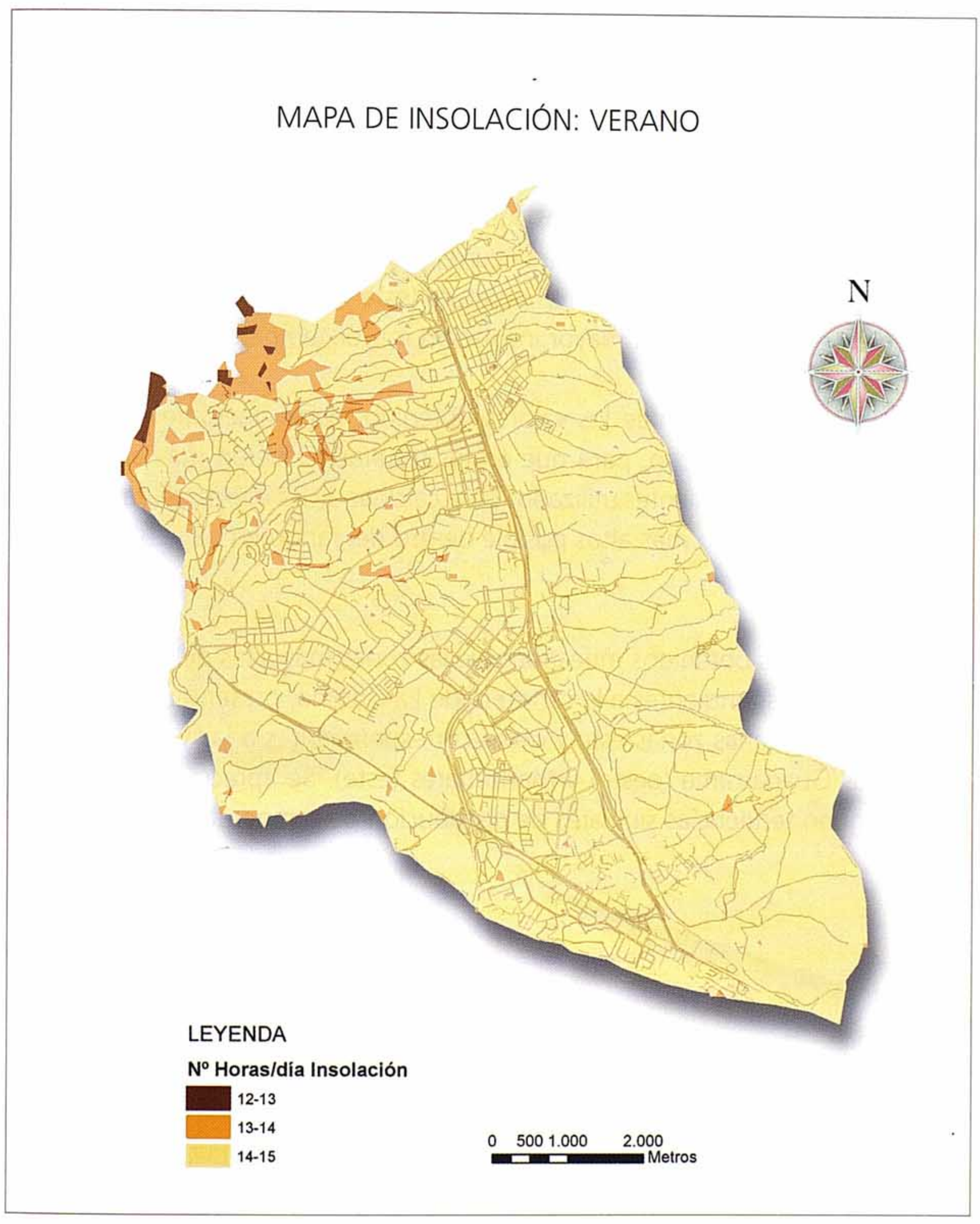


Así, la orientación norte o de umbría recibirá menos horas de insolación que la solana o expuesta al sur. Además, las horas recibidas al día en verano es netamente mayor (entre 12 y 15 horas diarias) que las de invierno (entre 5.5 y 8.5).

Lógicamente la dimensión de un municipio hace que las diferencias en el territorio no sean excesivas, especialmente en verano, época en que el sol incide más verticalmente sobre el terreno.



Aún así, se puede apreciar que las zonas con menor insolación corresponden a las vaguadas de los ríos, tanto los que vierten en la cuenca del Manzanares (parte este del mapa, a la izquierda de la A-6), como aquellos que vierten al Guadarrama (parte oeste del mapa). A este respecto, el color más ocre que representa el rango de menor insolación (5.5-6.5 h/día) aparece sobre todo en la vaguada que forma el Arroyo de La Torre, al noroeste del municipio.



Temperaturas

En este apartado se han elegido por su representatividad temperaturas medias, máximas y mínimas.

En el caso de temperaturas medias se presentan los resultados obtenidos en forma de un mapa de temperatura media anual y por estaciones (invierno, primavera, verano y otoño).

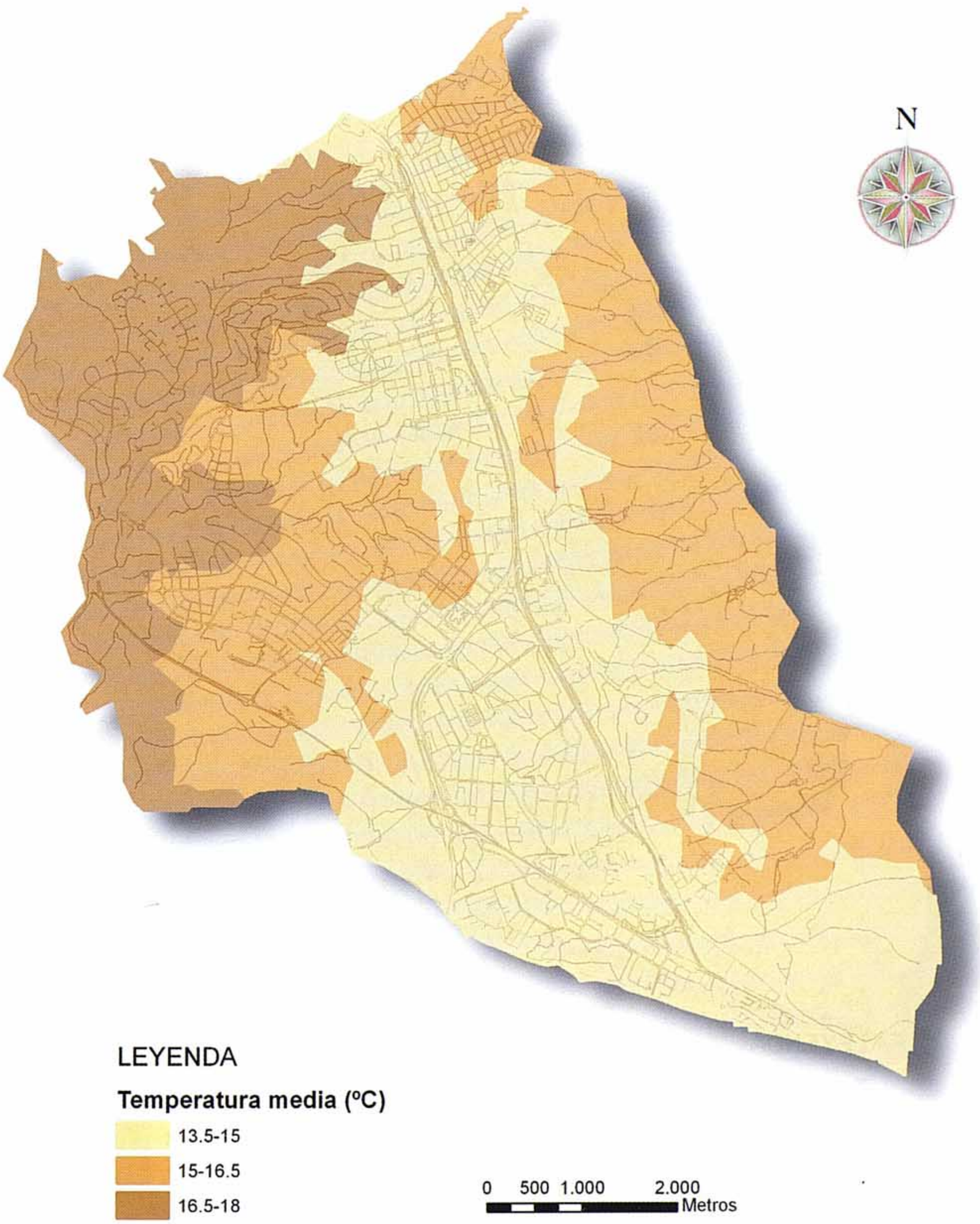
Para temperaturas máximas y mínimas se han elegido los mapas de verano e invierno, respectivamente, por su mayor significación.

Los parámetros que condicionan de manera principal el resultado son la altitud y la insolación (esta última condicionada fuertemente por la orientación y exposición del terreno, parámetros igualmente calculados con herramientas S.I.G.). La variación de la temperatura ocurre, por tanto, en función del siguiente criterio: "a mayor altitud menor temperatura (este fenómeno recibe el nombre de gradiente adiabático) y a mayor insolación mayor temperatura".

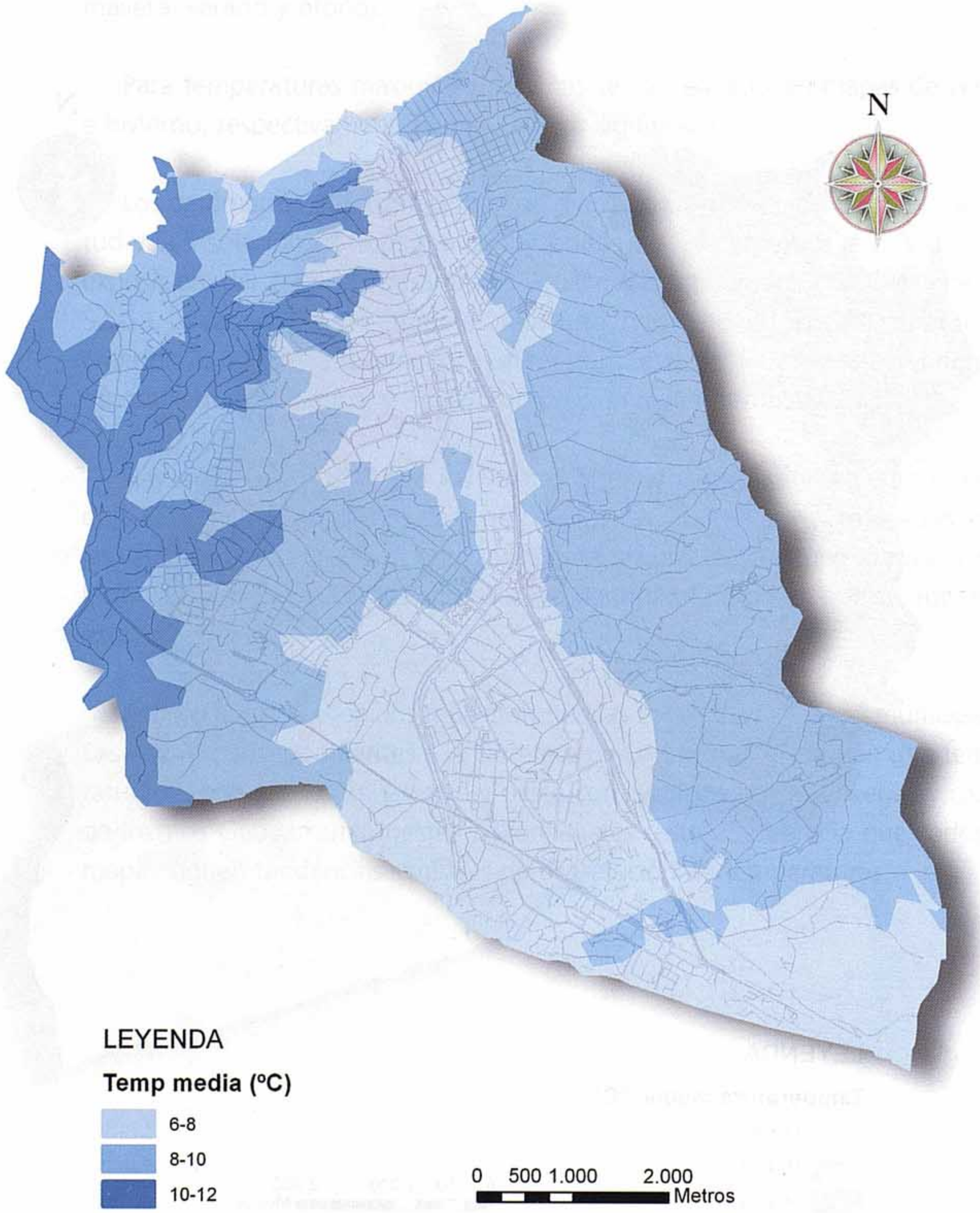
Hay que hacer notar que los valores obtenidos están ligeramente mayorados. Como ya se ha dicho, para que en los resultados fueran más apreciables las variaciones, los gradientes utilizados para calcular dicha temperatura y la insolación se escogieron lo más altos posible dentro del rango en que su aplicación estaba permitida.

Así, los mapas obtenidos muestran que las zonas más altas del municipio de Las Rozas, correspondientes a la carretera de La Coruña, presentan una temperatura menor que las zonas este y oeste correspondientes a las vegas y cauces de los ríos Guadarrama (oeste) y Manzanares (este). Se aprecia que todos los mapas siguen tendencias similares de distribución de temperaturas.

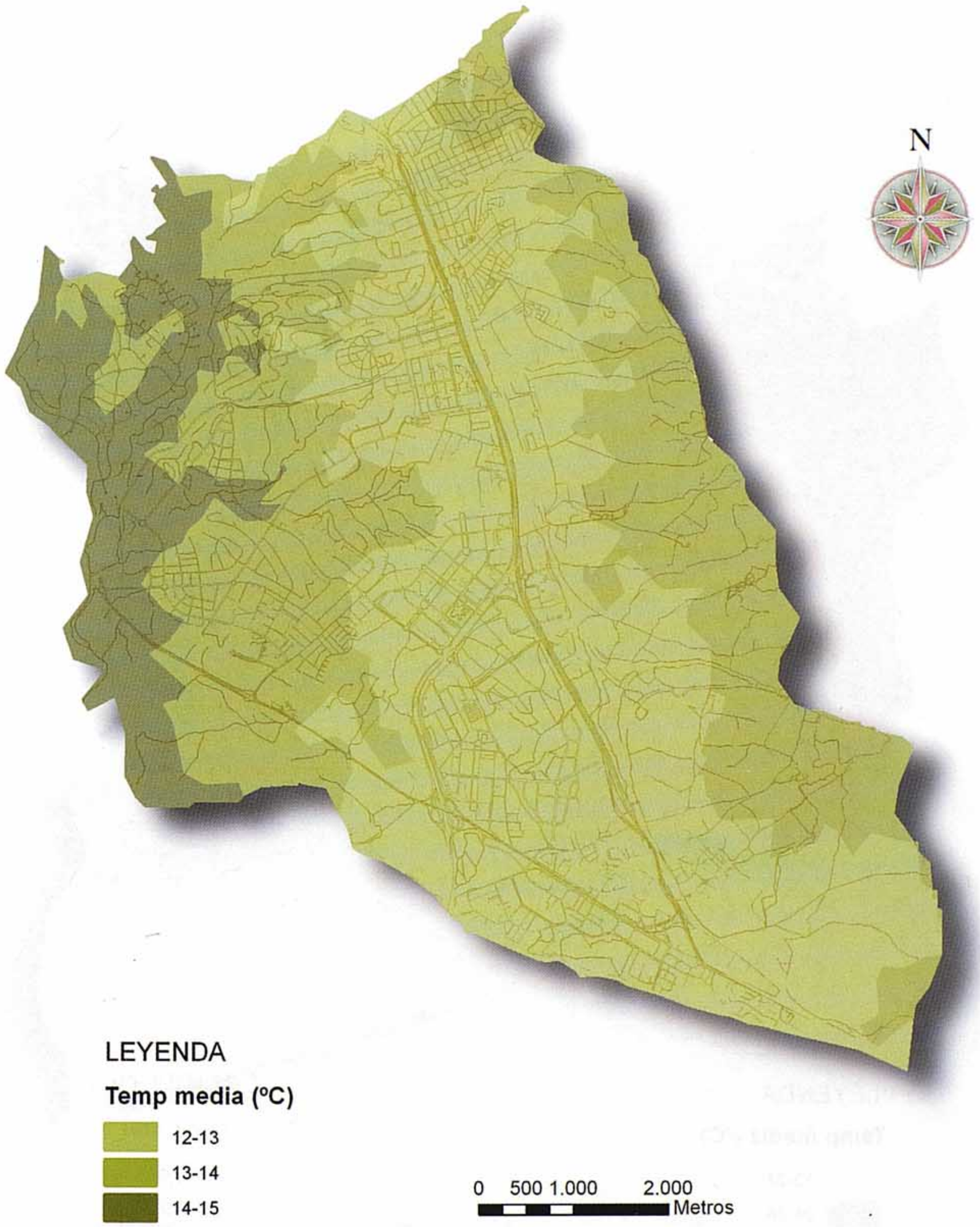
MAPA DE TEMPERATURA MEDIA ANUAL



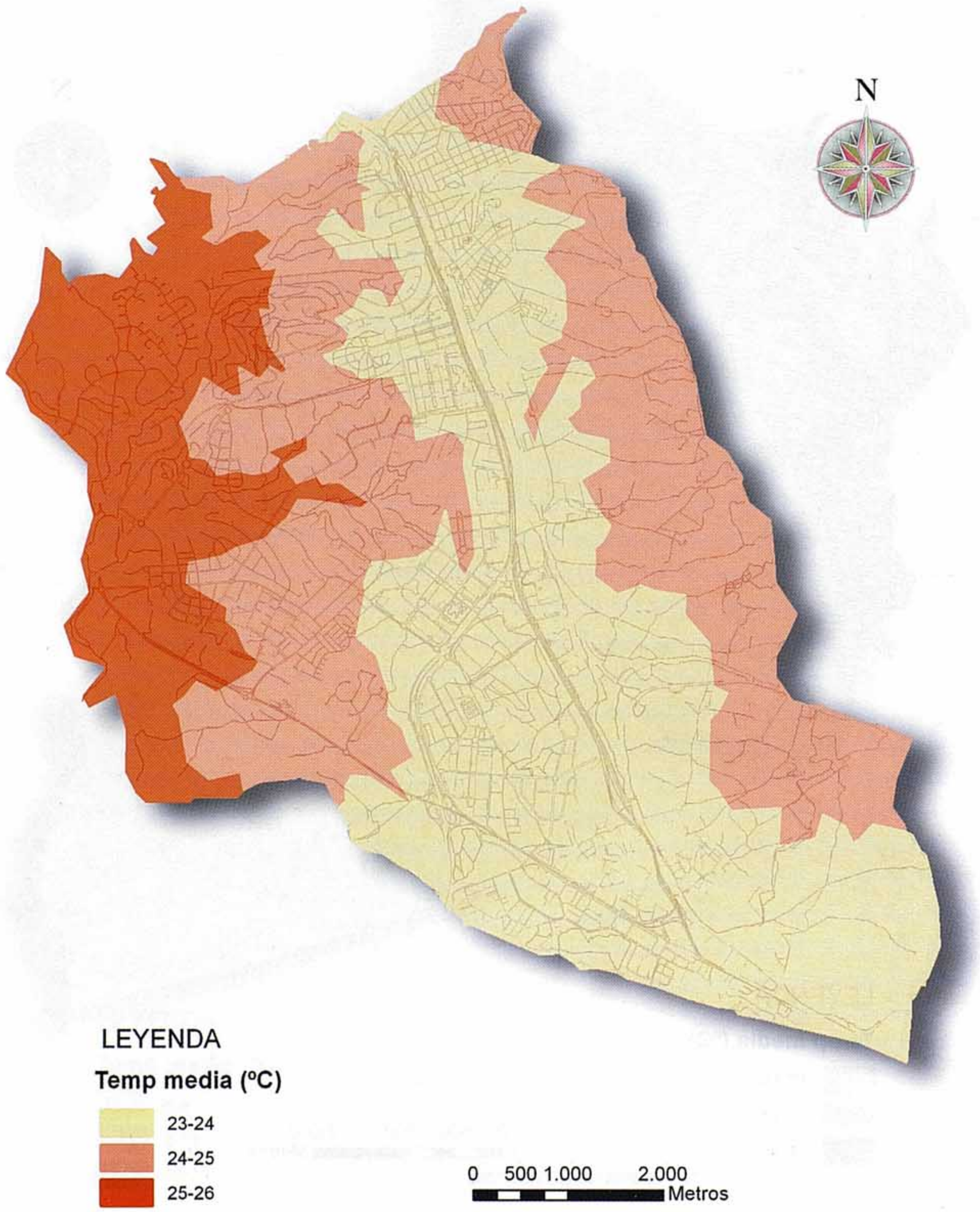
MAPA DE TEMPERATURA MEDIA: INVIERNO



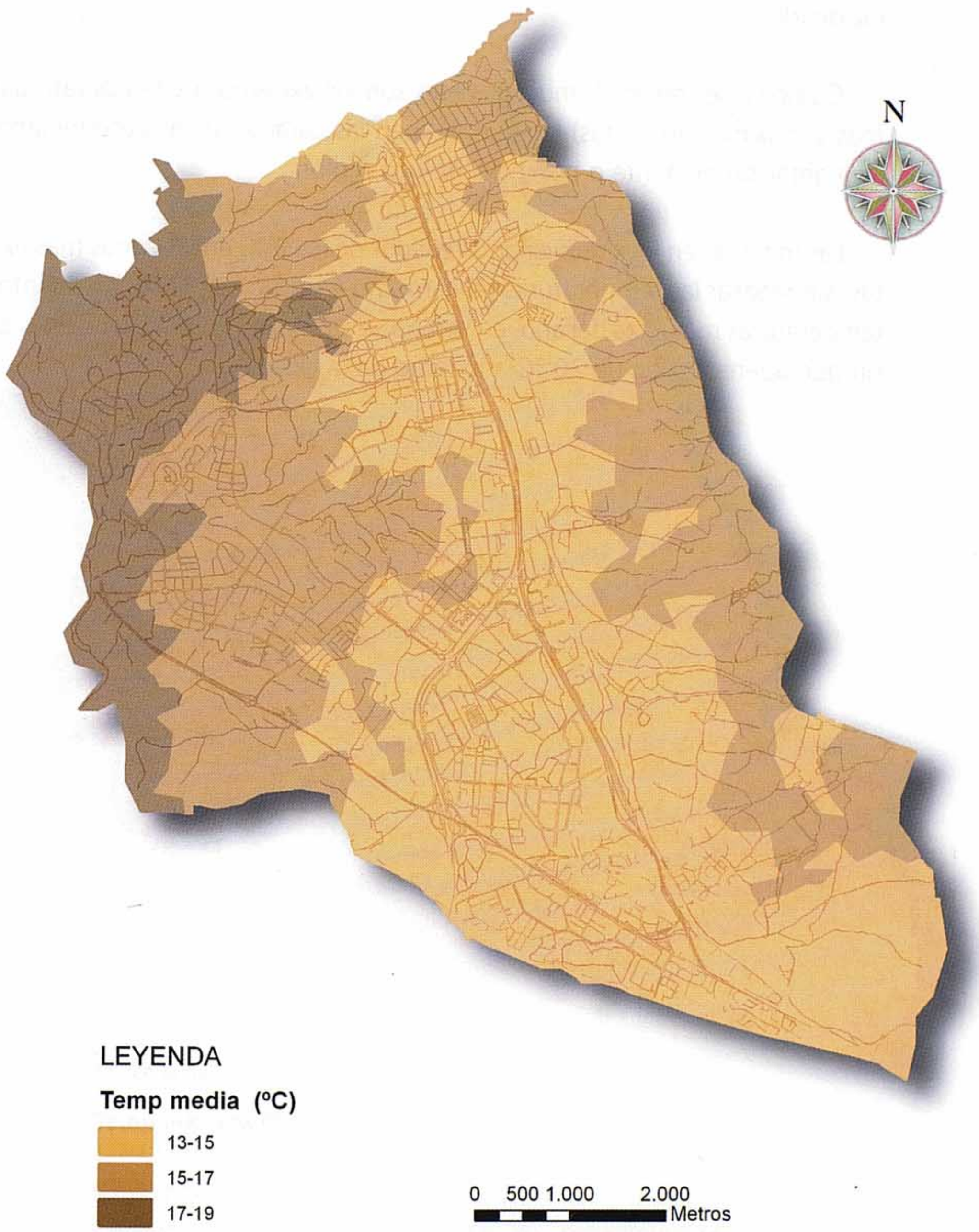
MAPA DE TEMPERATURA MEDIA: PRIMAVERA



MAPA DE TEMPERATURA MEDIA: VERANO



MAPA DE TEMPERATURA MEDIA: OTOÑO



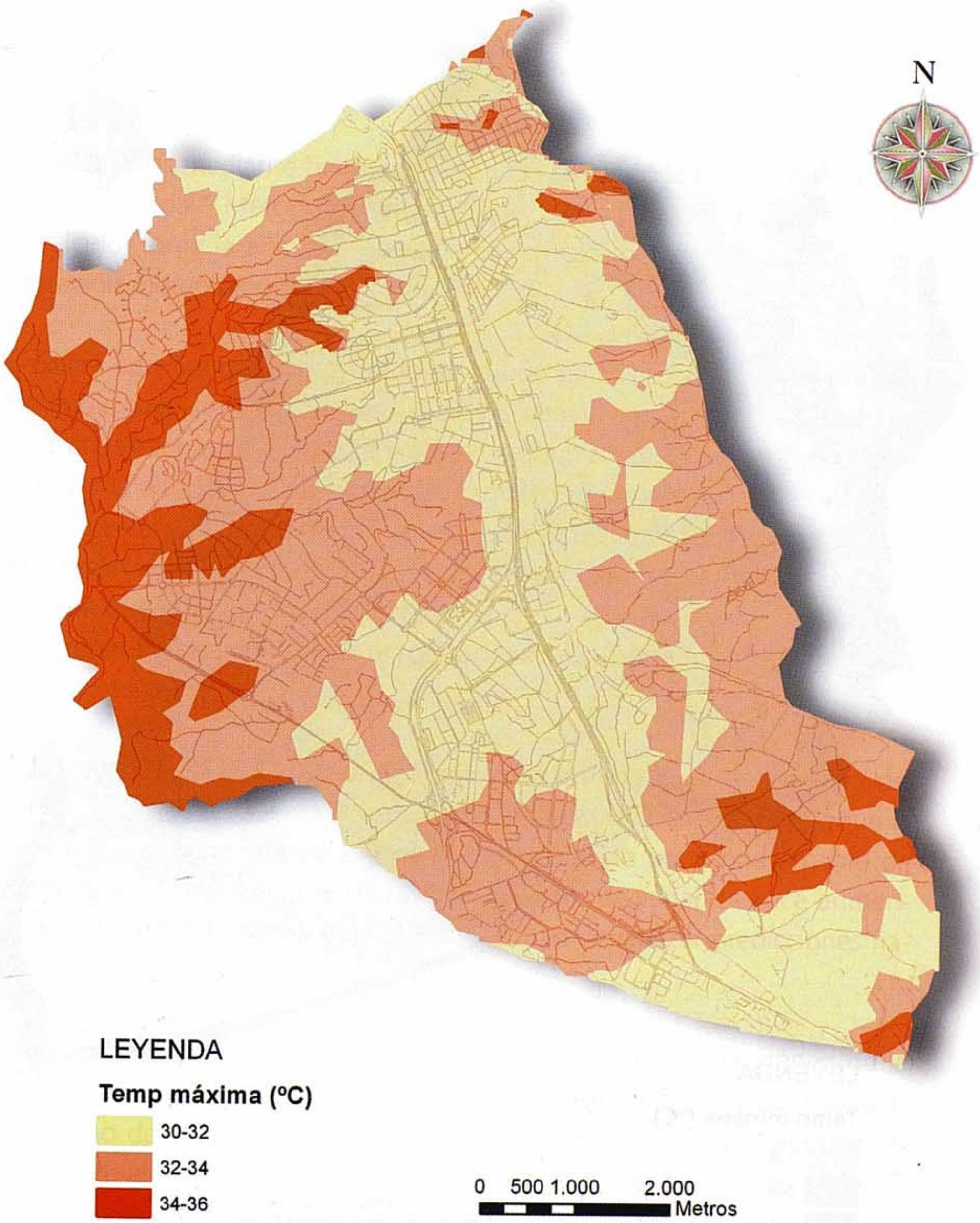
Se observa que las temperaturas son muy cálidas en verano (zonas con temperaturas medias de hasta 26 °C), frías en invierno (medias más frías en torno a 7 °C) y suaves en primavera y otoño.

Estos promedios permiten la existencia en el territorio de bosques típicos del clima mediterráneo continentalizado: los encinares de meseta más o menos evolucionados.

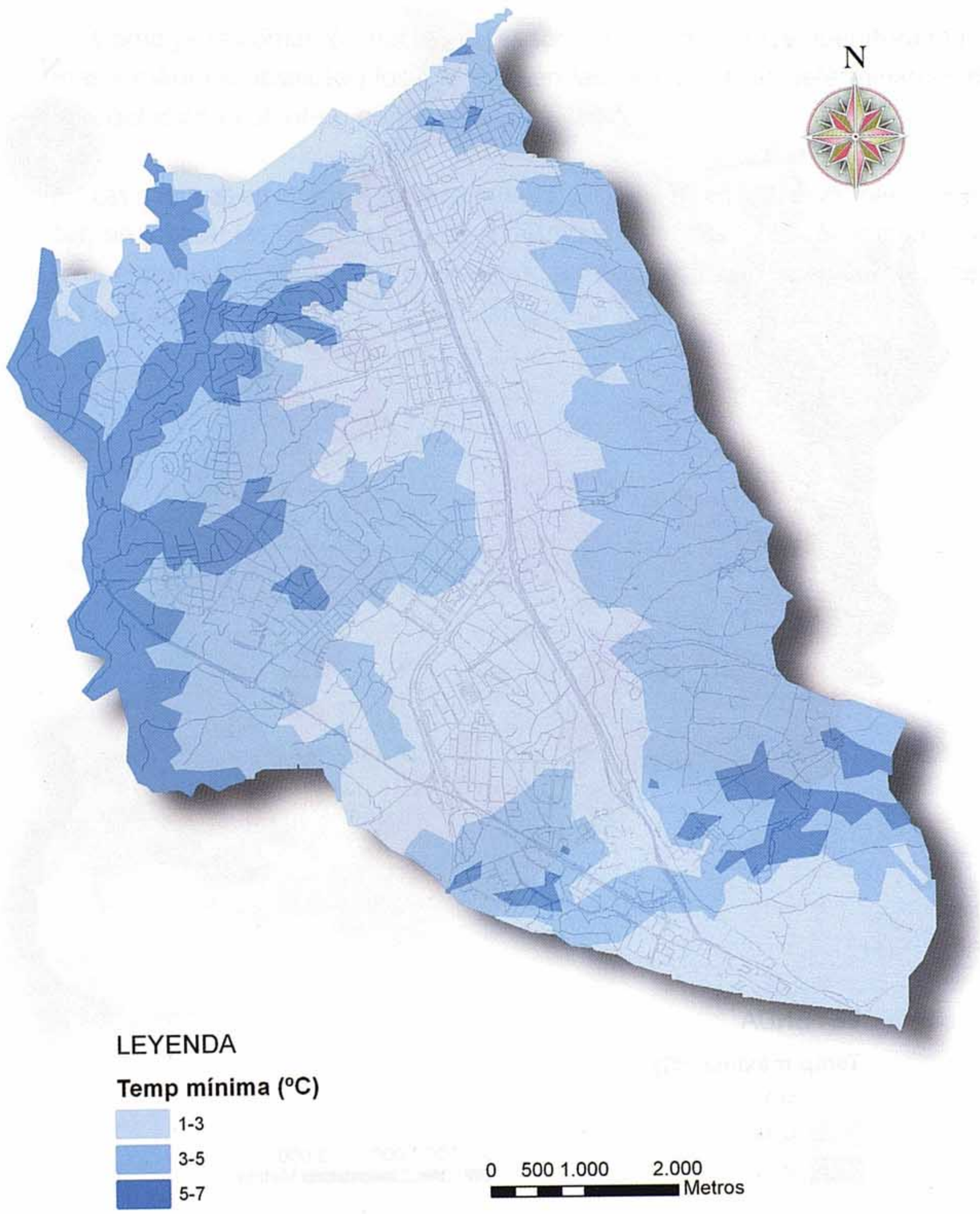
Como ya se comentó, muchas veces son los extremos de temperatura (mínimas y máximas absolutas) los que definen las características determinantes de la vegetación existente o potencial de una región.

Las mínimas en invierno varían alrededor de los 2 °C en las zonas más expuestas, sin rebasar las temperaturas en el mismo entorno los 12 °C. En cuanto a las temperaturas más altas del año, en verano se alcanzan los 36 °C en ciertas zonas, sin que apenas bajen de 20 °C a lo largo de la estación.

MAPA DE TEMPERATURA MÁXIMA: VERANO



MAPA DE TEMPERATURA MÍNIMA: INVIERNO



Precipitaciones

Se presentan los resultados en un mapa de precipitaciones medias acumuladas anuales. Es decir, la suma del agua que ha caído a lo largo de los doce meses del año. Está expresada en milímetros (mm) que equivalen a litros por metro cuadrado (l/m^2) unidad más conocida por la gente.

$$1mm = 1 l/m^2$$

Entonces, 1mm es la altura de la lámina que formaría 1 litro de agua en 1 metro cuadrado.

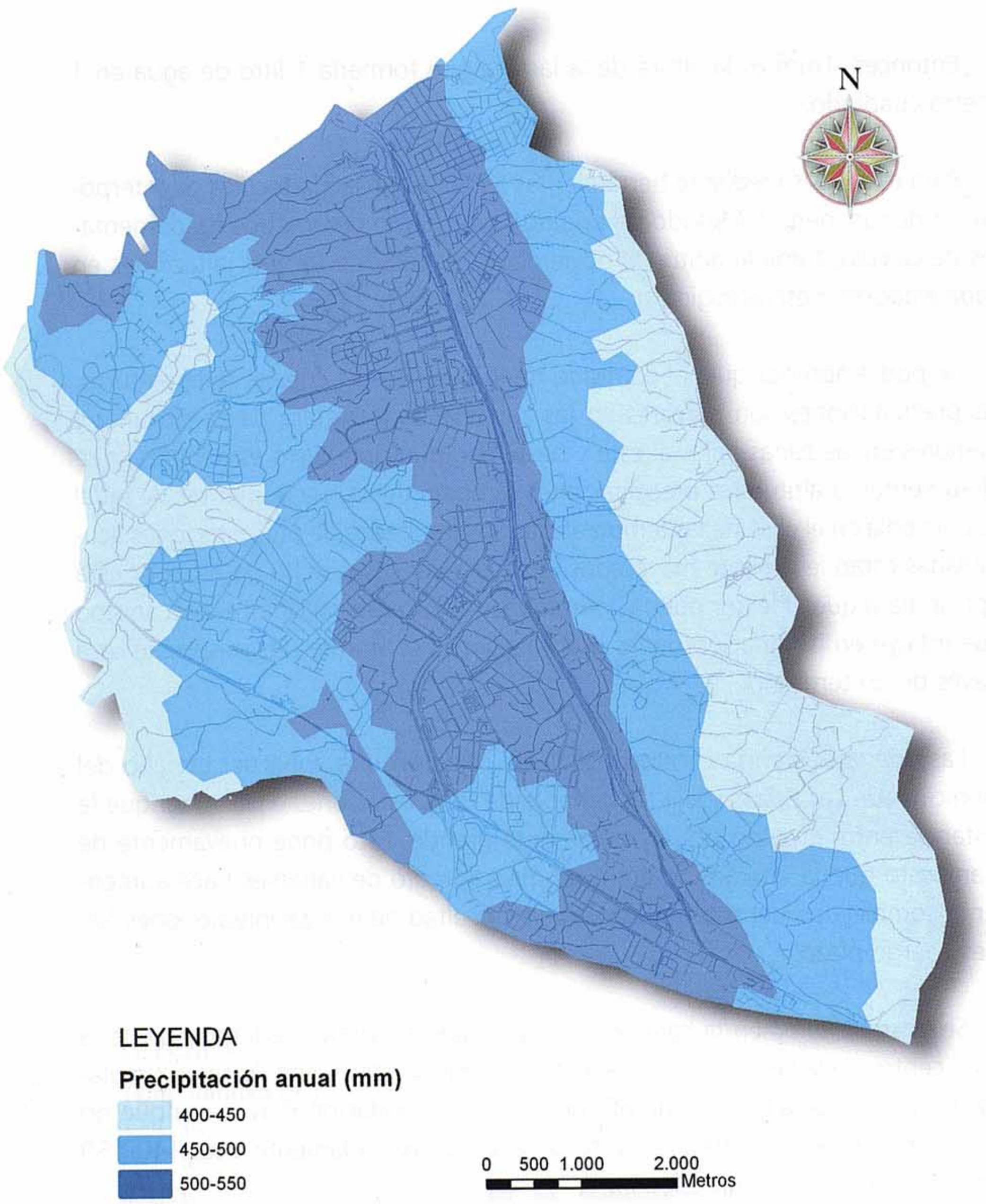
Para el análisis mediante herramientas S.I.G., se utilizó la técnica de interpolación denominada " Método de Kriging" que, como parámetros fundamentales de cálculo, toma la altitud y, obviamente, el valor de las precipitaciones en cada estación meteorológica.

Se podrá apreciar que, al contrario de lo que sucedía con las temperaturas, las precipitaciones son mayores en las zonas altas (carretera de La Coruña) y menores en las zonas bajas al este y oeste del municipio. Esto es debido a que al aumentar la altitud las precipitaciones también tienden a aumentar. Al igual que sucedía en el caso de las temperaturas, los resultados de precipitaciones acumuladas están levemente mayorados, en cualquier caso, se ha optado por esta opción para que el lector pueda comprender con mayor facilidad el mecanismo que influye en la variación de las precipitaciones conforme nos desplazamos a través de un territorio.

Las diferencias en la cantidad de lluvia caída en una zona del tamaño del municipio de Las Rozas suele ser variable de unas estaciones a otras aunque la distancia entre ellas no sea excesivamente grande. Esto pone nuevamente de manifiesto que la interacción entre un gran número de variables hace aumentar la complejidad del sistema y de ahí la dificultad de realizar predicciones fiables a largo plazo.

Se observó también la característica principal del clima mediterráneo de la zona centro de la Península: una acentuada sequía estival (con lluvias acumuladas en verano de alrededor de 60 mm) y una precipitación mayor, aunque no excesivamente alta, repartida el resto del año (aproximadamente unos 140-150 mm acumulados en cada estación).

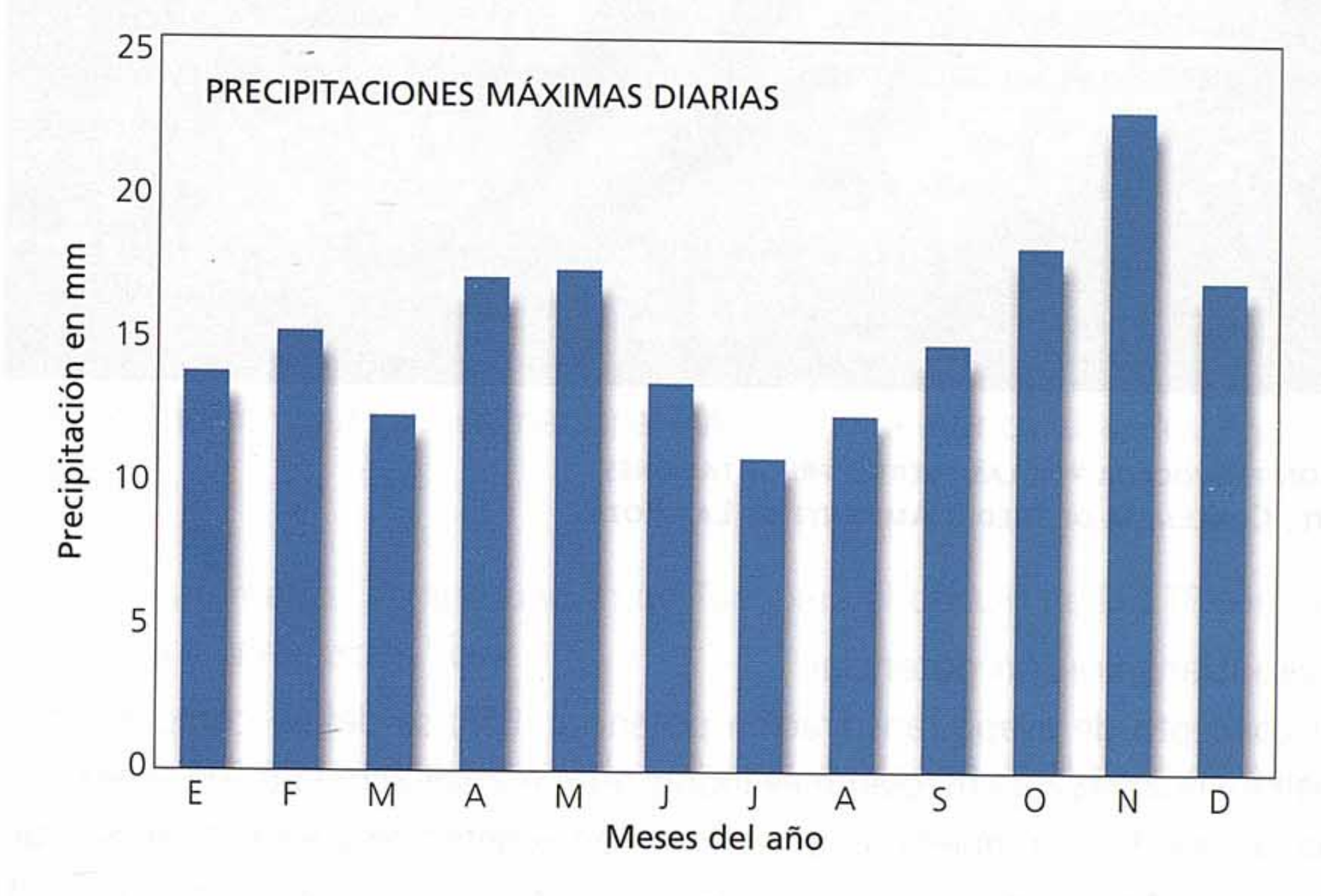
MAPA DE PRECIPITACIÓN ANUAL



En este apartado también se va a incluir el resultado del análisis de las precipitaciones máximas diarias. Este dato expresa la cantidad de agua máxima que se ha recogido en un día (el análisis se realiza a lo largo de un gran número de años). Es decir, supongamos que estudiamos el mes de mayo de la serie de años que comprende desde 1975 a 2005. En cada mes de mayo de cada año habrá un día de precipitación máxima, y haciendo la media de estos datos obtenemos el resultado buscado.

Es interesante dado que nos aporta conocimiento sobre avenidas y otros efectos asociados a precipitaciones intensas, los cuales, en un momento dado pueden tener consecuencias tales como erosión intensa, arrastre de materiales, inundaciones, riadas, etc.

Los resultados obtenidos se presentan en forma de histograma o llamado también diagrama de barras.



Histograma representando las precipitaciones máximas diarias en mm por meses, para todo el municipio.

Se aprecia, según la serie histórica de datos de que se dispuso para este estudio, que, en el caso del municipio de Las Rozas de Madrid, el día "tipo" que más llueve se alcanza en el mes de noviembre con 22,72 mm recogidos en un solo día.

Utilizando entre otros estos resultados, se realizan análisis hidrológicos mediante programas informáticos. Los resultados que arrojan son muy útiles para planificar las actuaciones a realizar en las cuencas de los ríos y establecer zonificaciones a la hora de definir los usos del suelo en las cercanías de los cursos de agua.

Erosión provocada por las fuertes precipitaciones.
Fuente: Concejalía de Medio Ambiente de Las Rozas.

Evapotranspiración potencial

El concepto de evapotranspiración potencial (ETP) se define como el agua devuelta a la atmósfera mediante evaporación o transpiración por un suelo que tenga la superficie completamente cubierta de vegetación y en el supuesto de no existir limitación en el suministro de agua (por lluvia o riego) para obtener un crecimiento vegetal óptimo.

La ETP depende por tanto de dos factores:

- Los factores climatológicos.
- El tipo de vegetación.

Se pueden realizar numerosas aproximaciones para estimar la ETP. Cada método presenta sus ventajas e inconvenientes para ser utilizado desde el punto de vista práctico, pero ninguno es aplicable bajo todas las condiciones, así como tampoco ha quedado exento de críticas.

Entre los métodos más usuales de cálculo destacan tres: método de TURC (1961), de THORNTHWAITE (1948) y según BLANEY Y CRIDDLE (1950). Entre ellos, únicamente el método Blaney y Criddle tiene en cuenta en el cálculo el tipo de vegetación además de los factores climáticos. Dicho método se tabuló, en un principio, para cultivos americanos y posteriormente García Lozano y González Bernáldez lo adaptaron a cultivos españoles.

En cualquier caso, por ser Las Rozas un término eminentemente urbano con poca presencia de cultivos, resulta más aconsejable utilizar los otros dos métodos, de amplia aplicación en jardinería. Puesto que la ETP es la variable fundamental sobre la cual se basa el cálculo de caudales óptimos de riego (cantidad óptima de agua que hay que "echar"), así como el dimensionamiento de los equipos mínimos necesarios, parece clara la necesidad de la obtención de este parámetro.

A este respecto, cabe destacar que el método de Turc es el más empleado en jardinería de forma tradicional, ya que da estimaciones para necesidades hídricas máximas de la vegetación. Por otro lado, ya se dispone de datos sobre la ETP según Thornthwaite a nivel nacional (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación).

Los parámetros de la ecuación de Turc para el cálculo de la ETP son la temperatura y la radiación solar.

Los datos de temperaturas y de horas de insolación se obtuvieron para todo el territorio aplicando análisis SIG.

A continuación, se muestra el cuadro resumen de los resultados obtenidos:

NOMBRE	MÉTODO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
							mm/mes							mm/año
Las Rozas	**TURC**	34,2	47,3	91,8	130,8	169,1	201,3	203,1	184,7	139,2	92,4	53,2	35,7	1381,8

EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL (ETP) MEDIA MENSUAL Y MEDIA ANUAL SEGÚN TURC PARA EL MUNICIPIO DE LAS ROZAS.

Obviamente, los meses que presentan una ETP más elevada son en los que la temperatura y la radiación recibida es mayor. Llegados a este punto, conviene realizar ciertas aclaraciones:

- La ETP según Turc da necesidades hídricas máximas de las plantas, es decir, garantiza que si el riego se calcula según este parámetro, las plantas no van a sufrir una pérdida de vigor por falta de agua.

- Para calcular la ETP, se hace la suposición de que las plantas tienen a su disposición toda el agua que necesitan.

- Si se compara el valor mensual de la ETP con el valor de las precipitaciones de cada mes, se observa que casi todos los meses hay déficit de agua, es decir, las precipitaciones son menores que la variable calculada. Esto no quiere decir que casi todos los meses exista falta de agua para las plantas, sino que la ETP es un parámetro teórico que se calcula, como hemos dicho, sin limitaciones hídricas.

- Frente a la ETP aparece otro parámetro: la *evapotranspiración real (o efectiva),* que se define como la evaporación de un suelo cubierto por vegetación en el que el suministro de agua es restringido. Evidentemente, es un valor menor que la ETP ya que en este caso sí se tienen en cuenta, aparte de los ya mencionados para la ETP, otros factores como la especie vegetal que cubre el terreno, la fase vegetativa en que se encuentra dicha vegetación, la cantidad de agua disponible en el suelo y en el subsuelo y la estructura mecánica, naturaleza química, etc., del suelo. También es evidente que su cálculo, aunque más ajustado a la realidad, es mucho más complejo y en el caso de dimensionamiento de equipos de riego y cálculo de cantidad de agua a aportar, mucho menos útil.

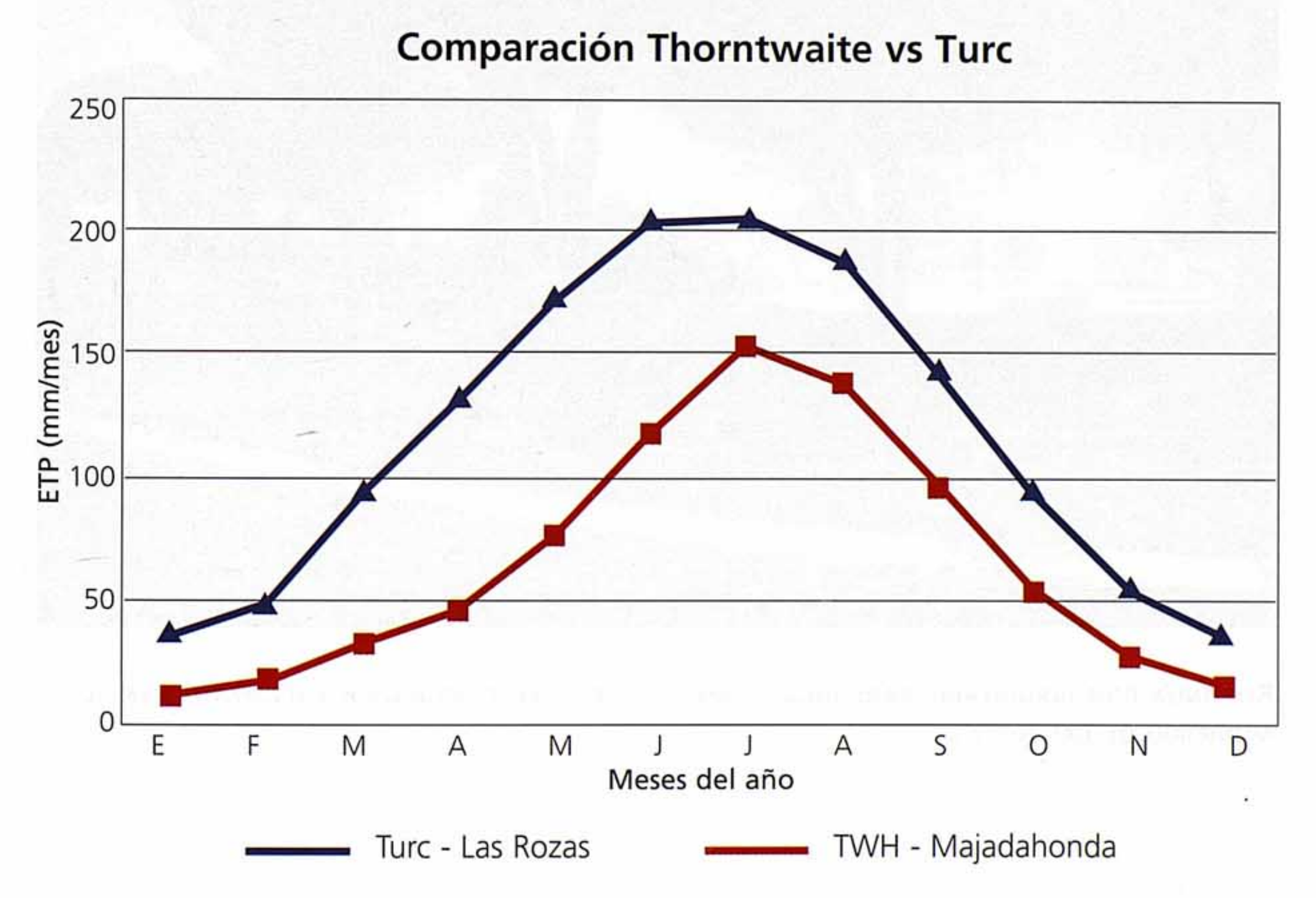
- Por último, hay que señalar que los valores obtenidos de la ETP están ligeramente mayorados. Como ya se comentó en el apartado dedicado a temperaturas, para que las variaciones fueran más relevantes los coeficientes utilizados para calcular dicha temperatura y la insolación se escogieron lo más altos posible dentro del rango en que su aplicación estaba permitida. Con esto se hace notar que sin perjuicio alguno del rigor científico que requiere un estudio de estas características, los datos obtenidos se considerarán siempre como orientativos y aproximados, pero nunca como definitivos.

NOMBRE	MÉTODO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
Majada-							mm/mes							mm/año
honda	THW	11,3	15,3	30,9	46,1	75,7	115,2	151,2	135,1	94,6	52,8	24,2	13,9	766,3
Las Rozas	TURC	34,2	47,3	91,8	130,8	169,1	201,3	203,1	184,7	139,2	92,4	53,2	35,7	1.381,8

EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL (ETP) MEDIA MENSUAL Y MEDIA ANUAL SEGÚN TURC Y THORNTHWAITE PARA TODO EL MUNICIPIO DE LAS ROZAS.

La tabla comparativa entre la variable ETP calculada según THORNTHWAITE y según TURC muestra que efectivamente este último proporciona una estimación de las necesidades hídricas más elevada.

Los datos relativos a la variable según THORNTHWAITE (THW) han sido obtenidos del visor cartográfico del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (M.A.P.A.) para la estación denominada Majadahonda "Mapfre" que al ser la más cercana a la zona de estudio y tener unas características prácticamente iguales permite la comparación. Asimismo, se adjunta un gráfico comparativo entre los parámetros anteriormente citados en el cual es posible observar la similitud en la tendencia de todas las curvas.



COMPORTAMIENTO DE LA ETP A LO LARGO DEL AÑO SEGÚN DIVERSOS MÉTODOS DE CÁLCULO Y FUENTES.

Ya hemos insistido bastante en la importancia tradicional de la ETP según TURC como variable fundamental para el cálculo de riegos. Es necesario tener en cuenta que, en zonas de clima seco al menos una parte del año como es el caso del clima mediterráneo, no siempre hay disponibilidad de agua y por tanto se recomienda el uso de otros métodos (podría ser Thornthwaite) para el cálculo de la evapotranspiración potencial, y el empleo de otras técnicas de jardinería alternativas a las tradicionales.

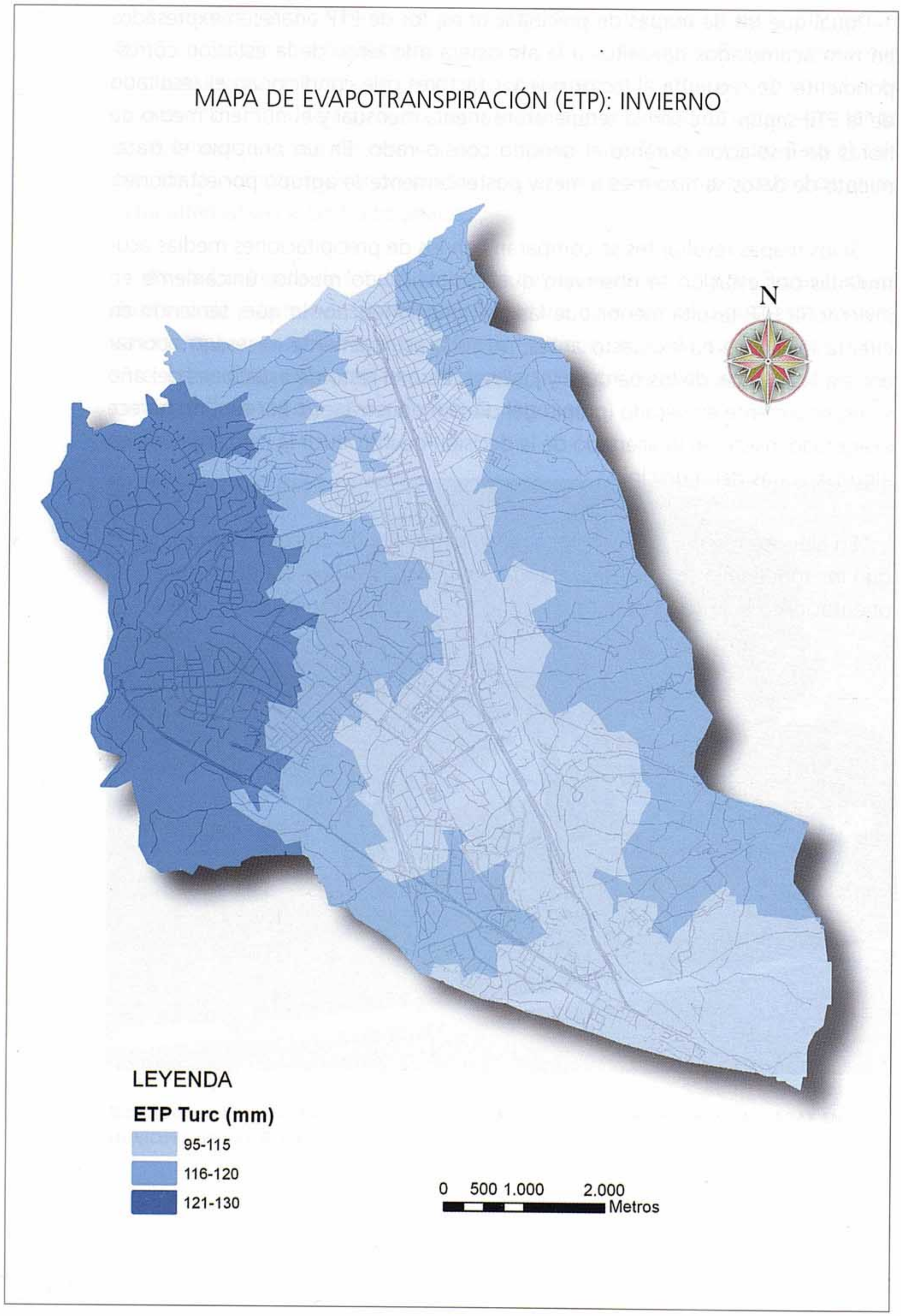
Así, la Concejalía de Medio Ambiente del Ayuntamiento de Las Rozas haciéndose eco de esta nueva sensibilidad ciudadana de ahorro de agua, está comenzando a aplicar prácticas de xerojardinería (jardinería aplicada a zonas secas). Consiste, entre otras cosas, en una adecuada selección de especies adaptadas a la xericidad (falta de agua), economía de riego, etc.

Rotonda con jardinería tradicional y mediana con xerojardinería localizadas en el municipio de Las Rozas.

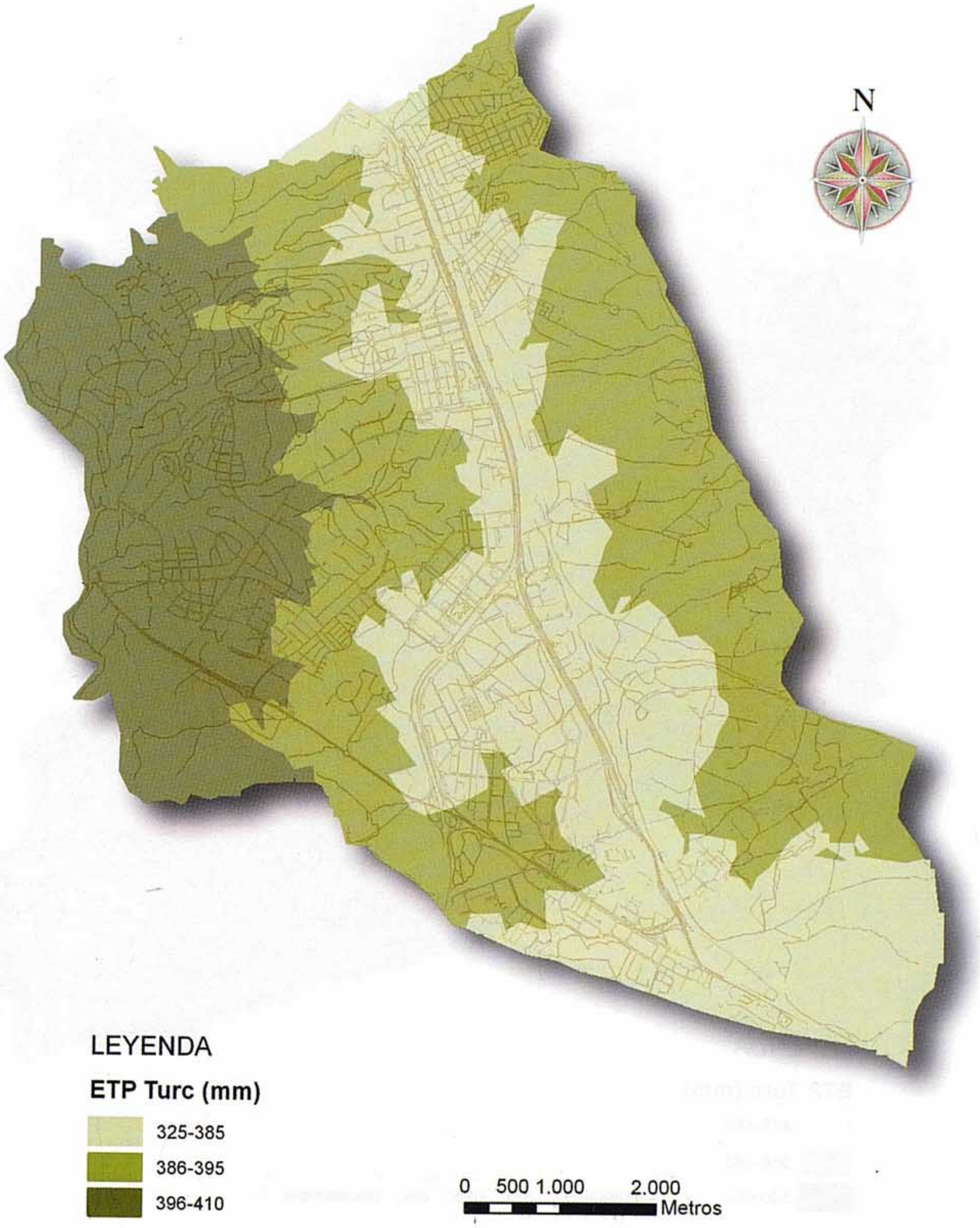
Igual que los de mapas de precipitaciones, los de ETP aparecen expresados en mm acumulados devueltos a la atmósfera a lo largo de la estación correspondiente. Se recuerda al lector que los factores que condicionan el resultado de la ETP según Turc son la temperatura media mensual y el número medio de horas de insolación durante el periodo considerado. En un principio el tratamiento de datos se hizo mes a mes y posteriormente se agrupó por estaciones.

Si los mapas resultantes se comparan con los de precipitaciones medias acumuladas por estación se observará que, simplificando mucho, únicamente en invierno la ETP resulta menor que las precipitaciones, por lo que, teniendo en cuenta lo que se ha expuesto antes, no sería estrictamente necesario aportar agua a las plantas de los parques y jardines. Pero el resto de estaciones del año sí, especialmente en verano (propio del clima mediterráneo). Por eso, no parece exagerado insistir en lo acertado de la decisión de introducir la xerojardinería en algunas zonas del municipio.

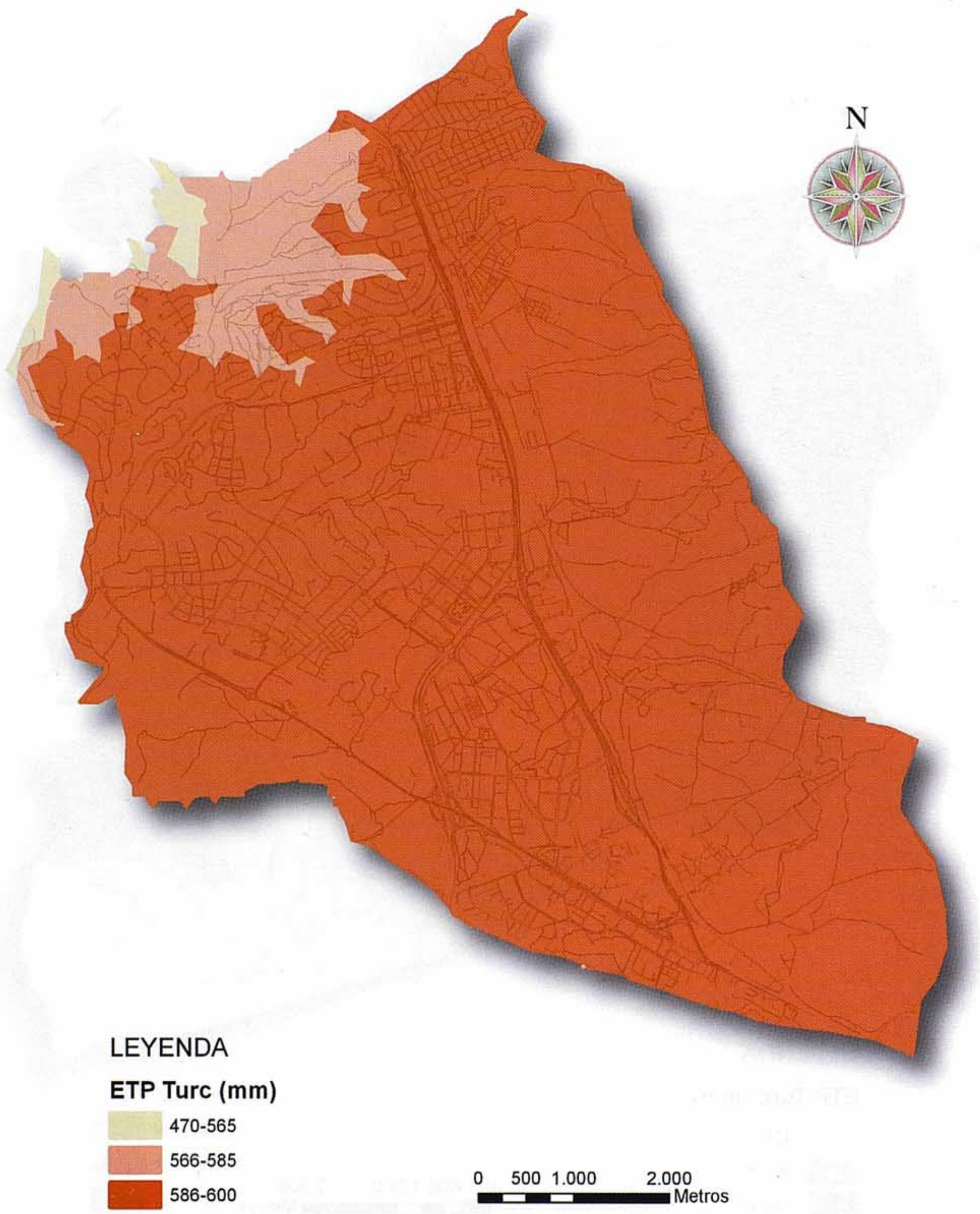
En algunos mapas, aparecen polígonos pequeños de un color distinto que el que los rodea, ello es debido con toda probabilidad a que esa zona tiene una orientación que le hace recibir más o menos luz que las zonas adyacentes.


MAPA DE EVAPOTRANSPIRACIÓN (ETP): INVIERNO
N
LEYENDA
ETP Turc (mm)
95-115
116-120
121-130
0 500 1.000 2.000
Metros

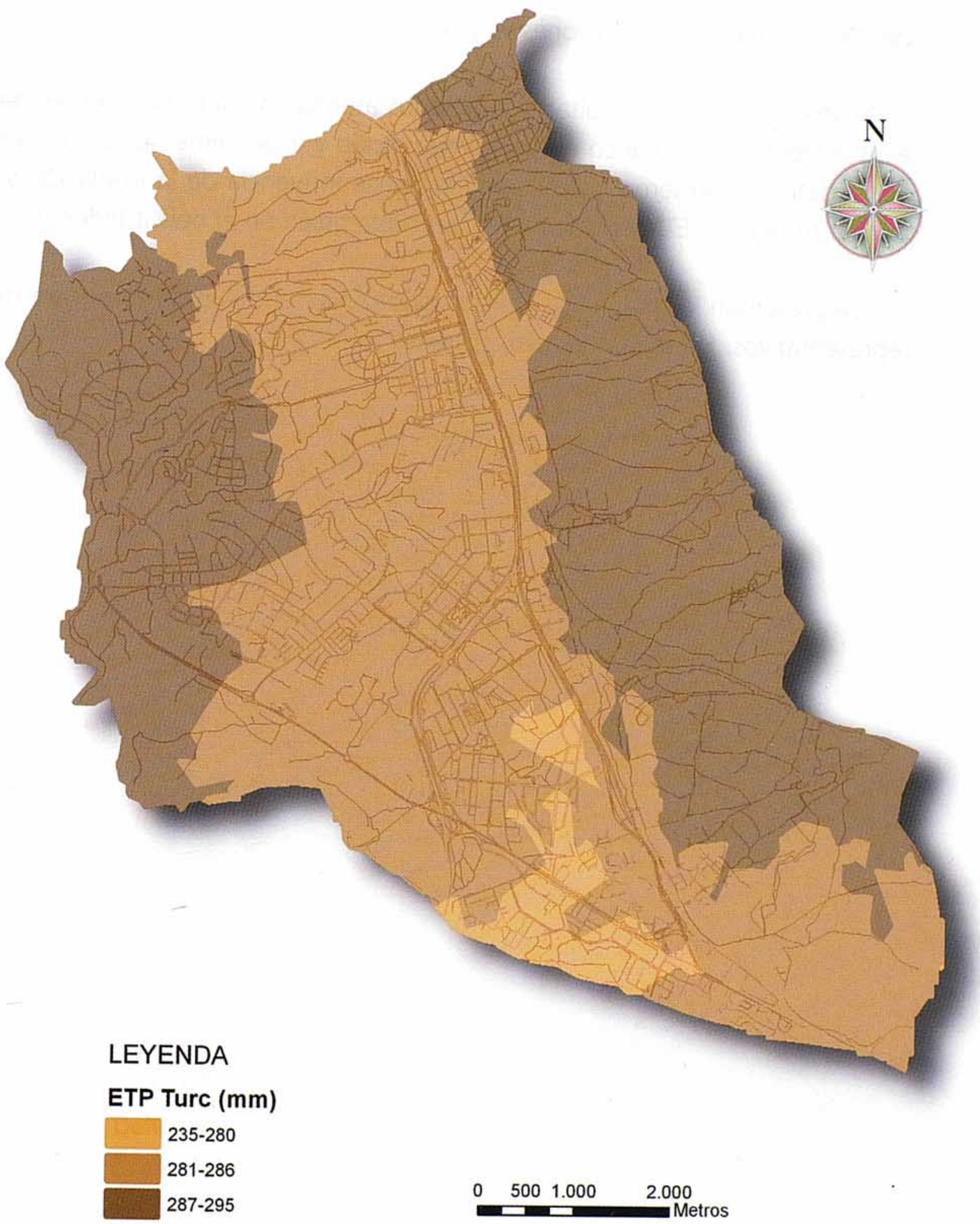
MAPA DE EVAPOTRANSPIRACIÓN (ETP): PRIMAVERA



MAPA DE EVAPOTRANSPIRACIÓN (ETP): VERANO



MAPA DE EVAPOTRANSPIRACIÓN (ETP): OTOÑO

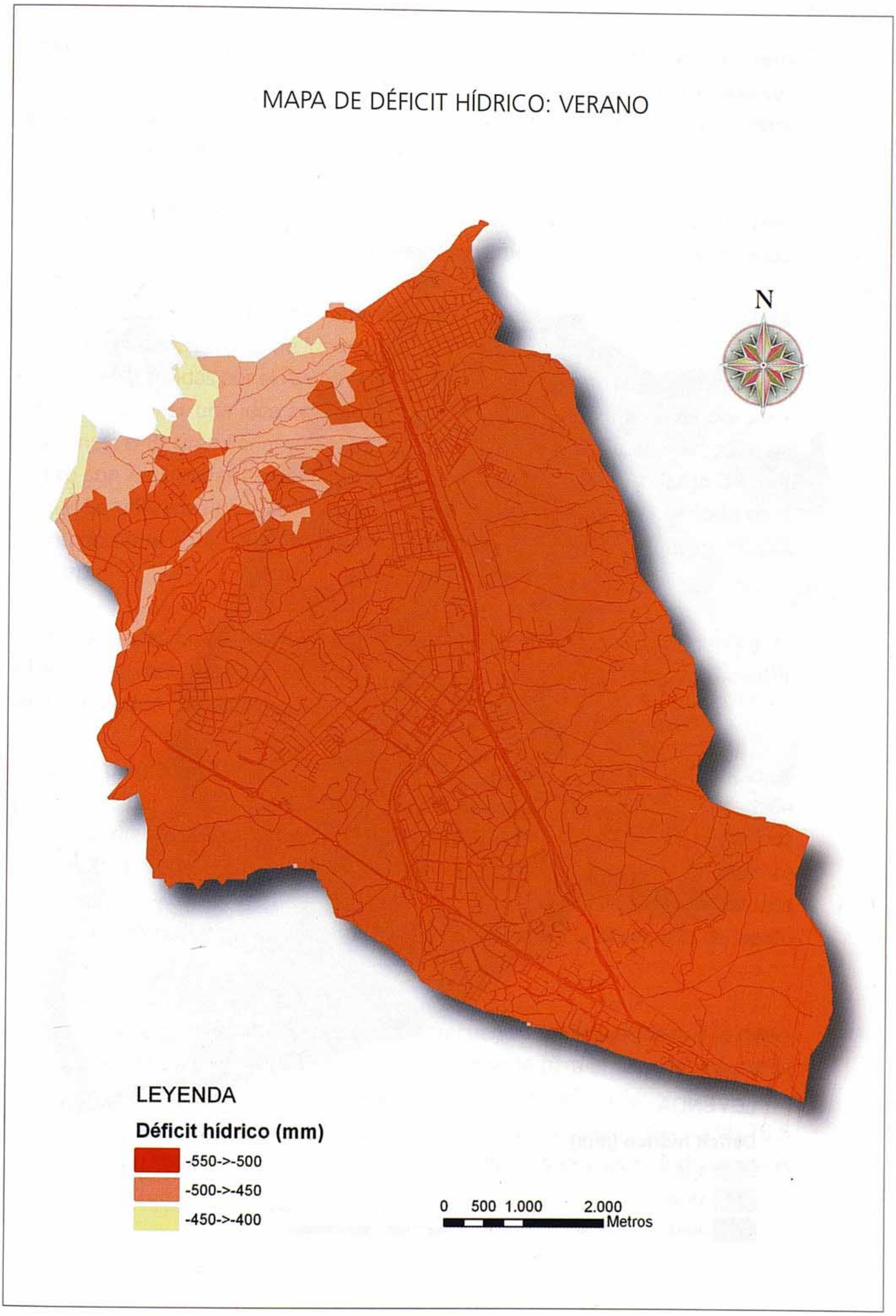


Como hemos comentado antes, al relacionar los conceptos de ETP y de precipitación acumulada aparece un nuevo concepto, el déficit hídrico. Es la diferencia entre la precipitación media acumulada y la ETP.

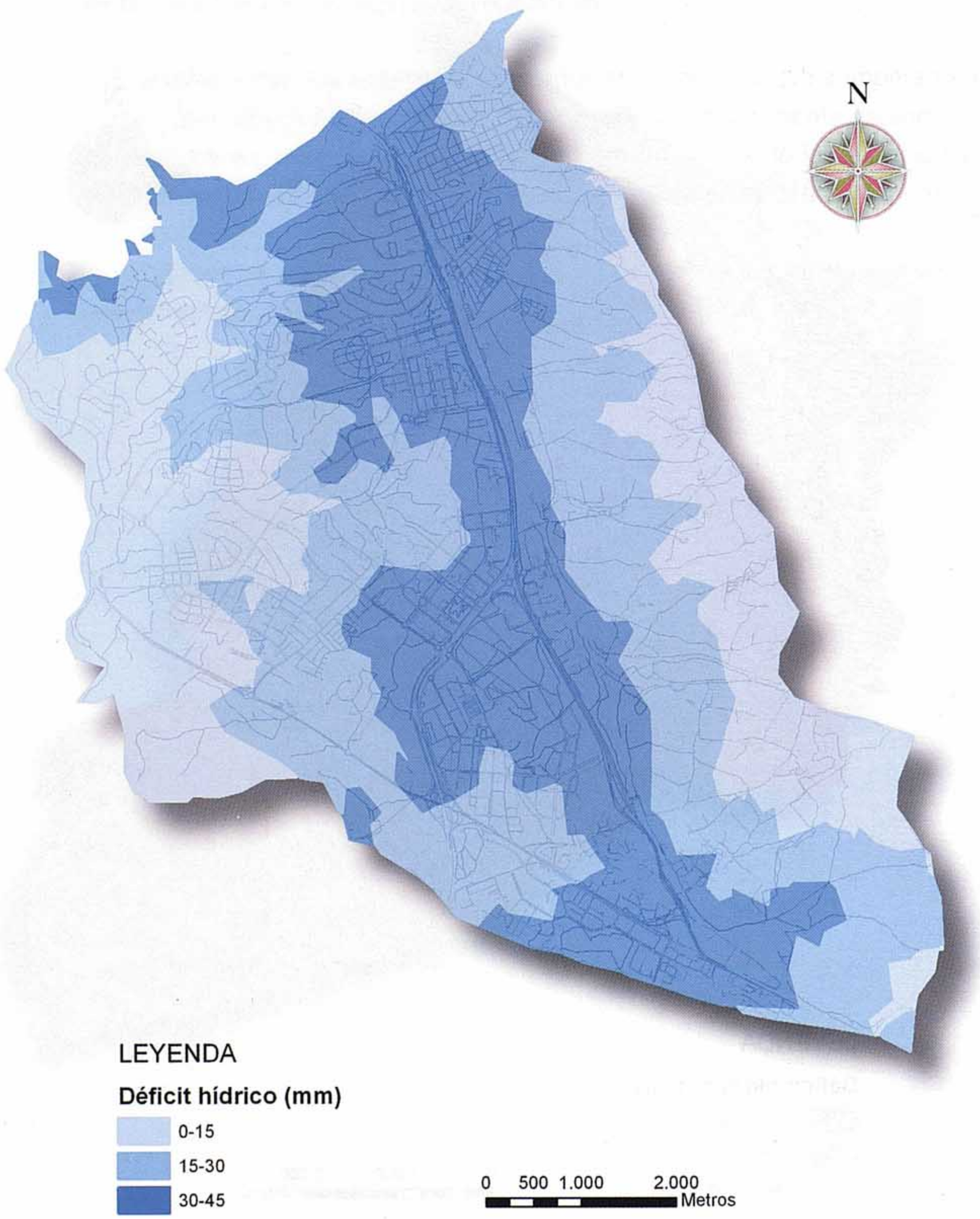
A grandes rasgos, cuando el valor obtenido es negativo significa que las plantas tienen falta de agua mientras que si es positivo las plantas tienen agua suficiente para realizar sus funciones vegetativas.

El análisis arrojó los resultados esperados atendiendo al clima imperante en el municipio: déficit hídrico en primavera, otoño y especialmente verano, y no existe déficit en invierno (se recuerda la fuerte influencia de la insolación y la temperatura en la ETP y como consecuencia también en el déficit hídrico).

Se presentan los mapas de déficit hídrico en verano e invierno por ser más representativos. Se mide, también, en mm.


MAPA DE DÉFICIT HÍDRICO: VERANO
N
LEYENDA
Déficit hídrico (mm)
-550->-500
-500->-450
-450->-400
0 500 1.000 2.000
Metros

MAPA DE DÉFICIT HÍDRICO: INVIERNO



Viento

El conocimiento de las variaciones que experimenta el viento, tanto en velocidad como en dirección, es importante en los estudios climáticos de cierta envergadura, ya que gran número de actividades están condicionadas por él: urbanización, cultivos, jardinería, plantaciones forestales, etc.

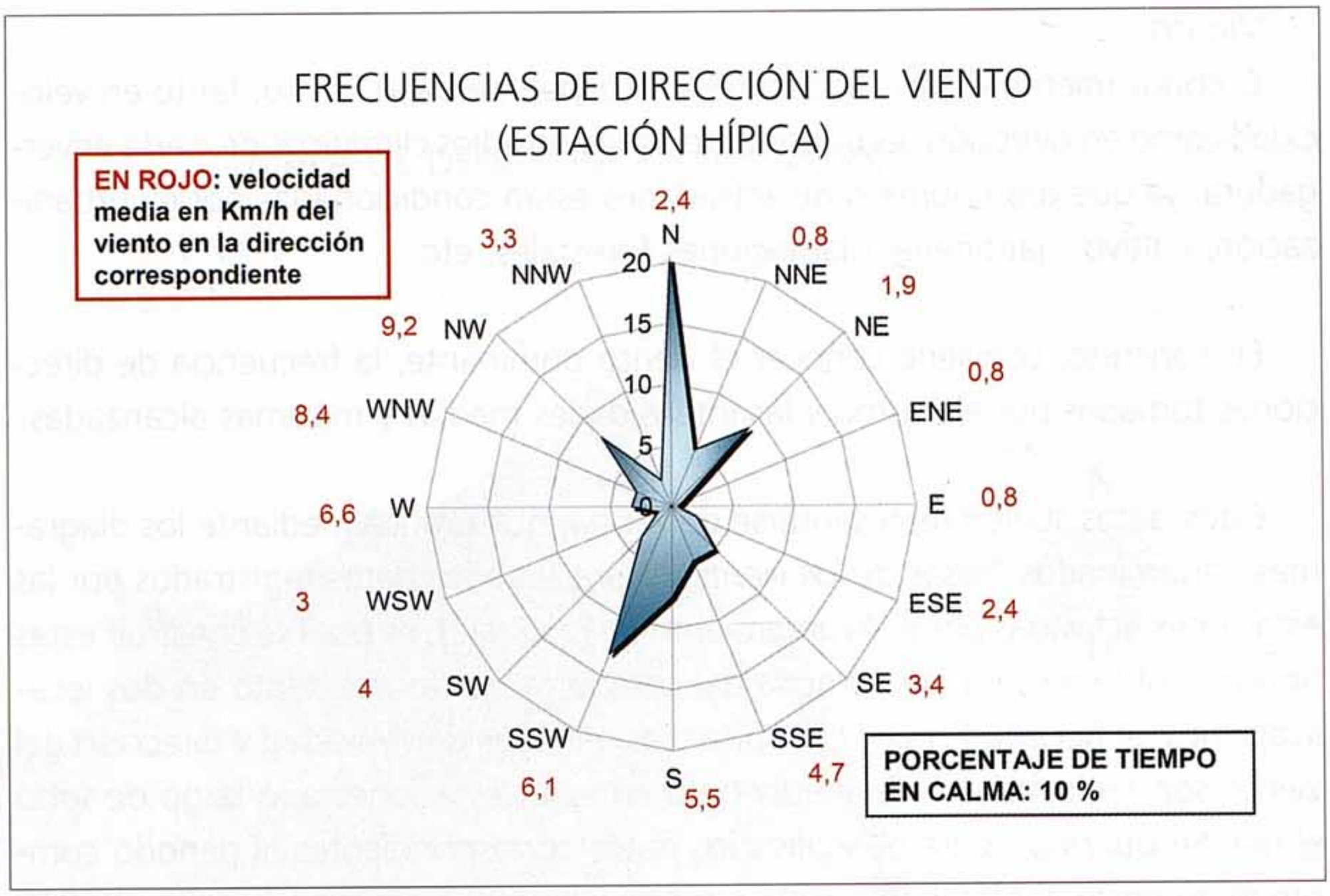
En concreto, conviene conocer el viento dominante, la frecuencia de direcciones tomadas por el mismo y las intensidades medias y máximas alcanzadas.

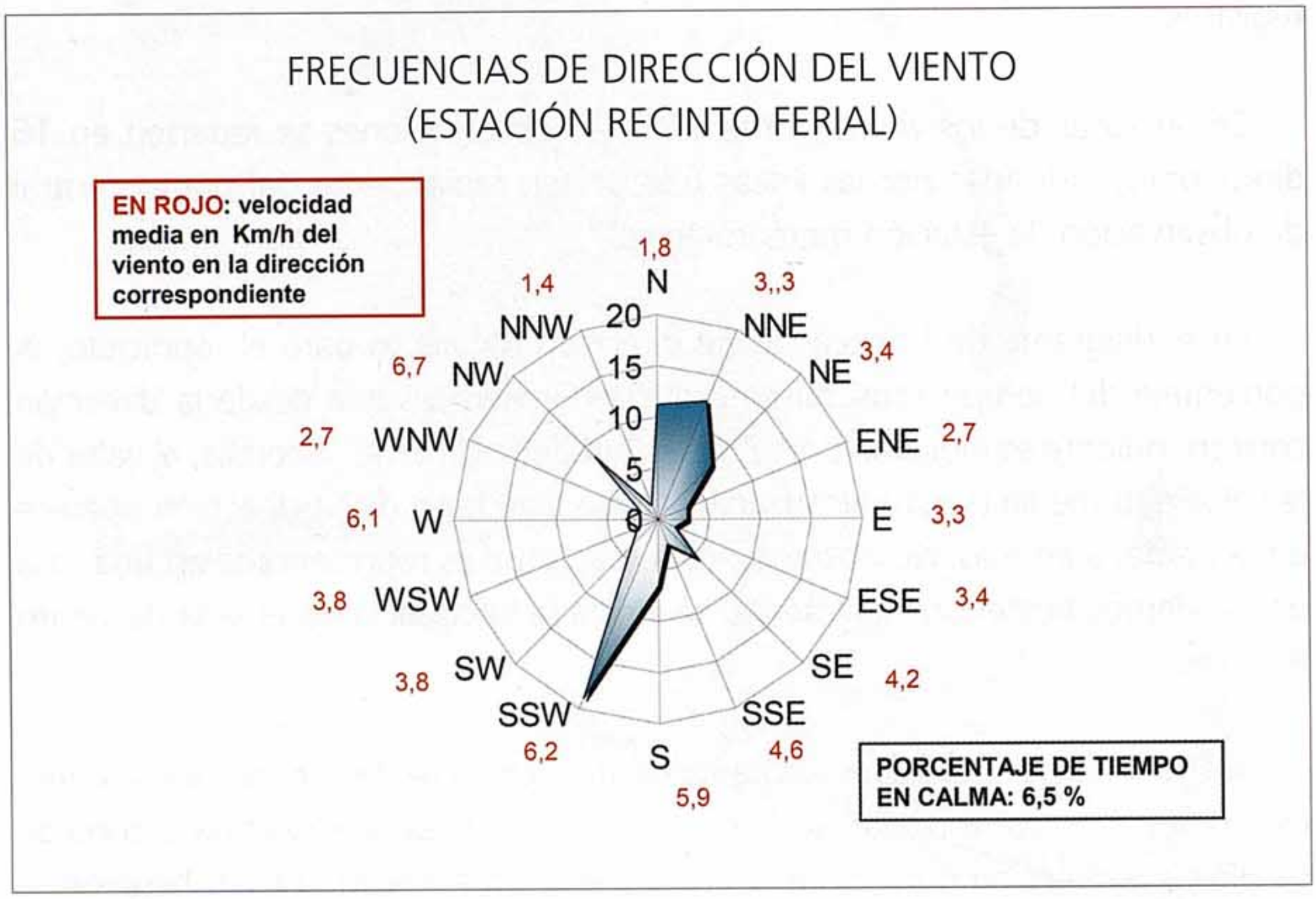
Estos datos suelen representarse de forma muy gráfica mediante los diagramas denominados *"rosas de los vientos"*. Gracias a los datos registrados por las estaciones activadas por el Ayuntamiento de Las Rozas, es posible construir estas figuras y obtener una idea precisa del comportamiento del viento en dos localizaciones: el Recinto Ferial y La Hípica. Las medidas de velocidad y dirección del viento son registradas cada media hora en estas estaciones a lo largo de todo el día. Se utilizaron para el análisis los datos correspondientes al periodo comprendido entre abril del año 2005 y febrero de 2007; en total, más de 30.000 registros.

En las rosas de los vientos obtenidas, las observaciones se reparten en 16 direcciones, indicadas por las líneas que parten radialmente del punto central de observación (la estación meteorológica).

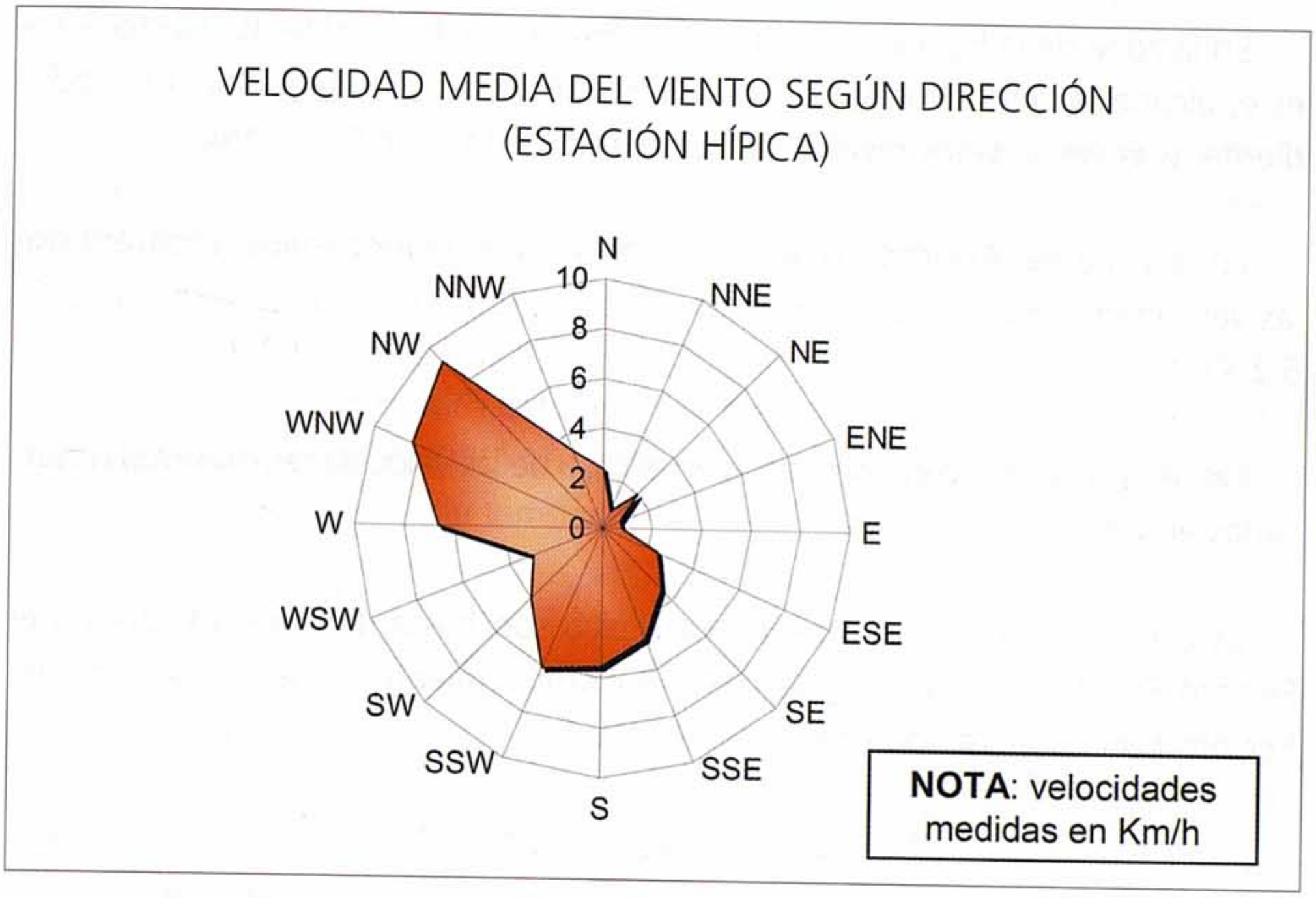
En el diagrama de frecuencias de dirección de viento para el municipio, el porcentaje del tiempo total durante el cual el viento sopla desde la dirección correspondiente es indicado por la magnitud del segmento. Además, el valor de la velocidad media (Km/h) alcanzada por ese viento en dicha dirección aparece en la periferia en rojo. No obstante, esta magnitud es representada en una rosa de los vientos posterior. Igualmente, se indica la frecuencia observada de viento en calma.

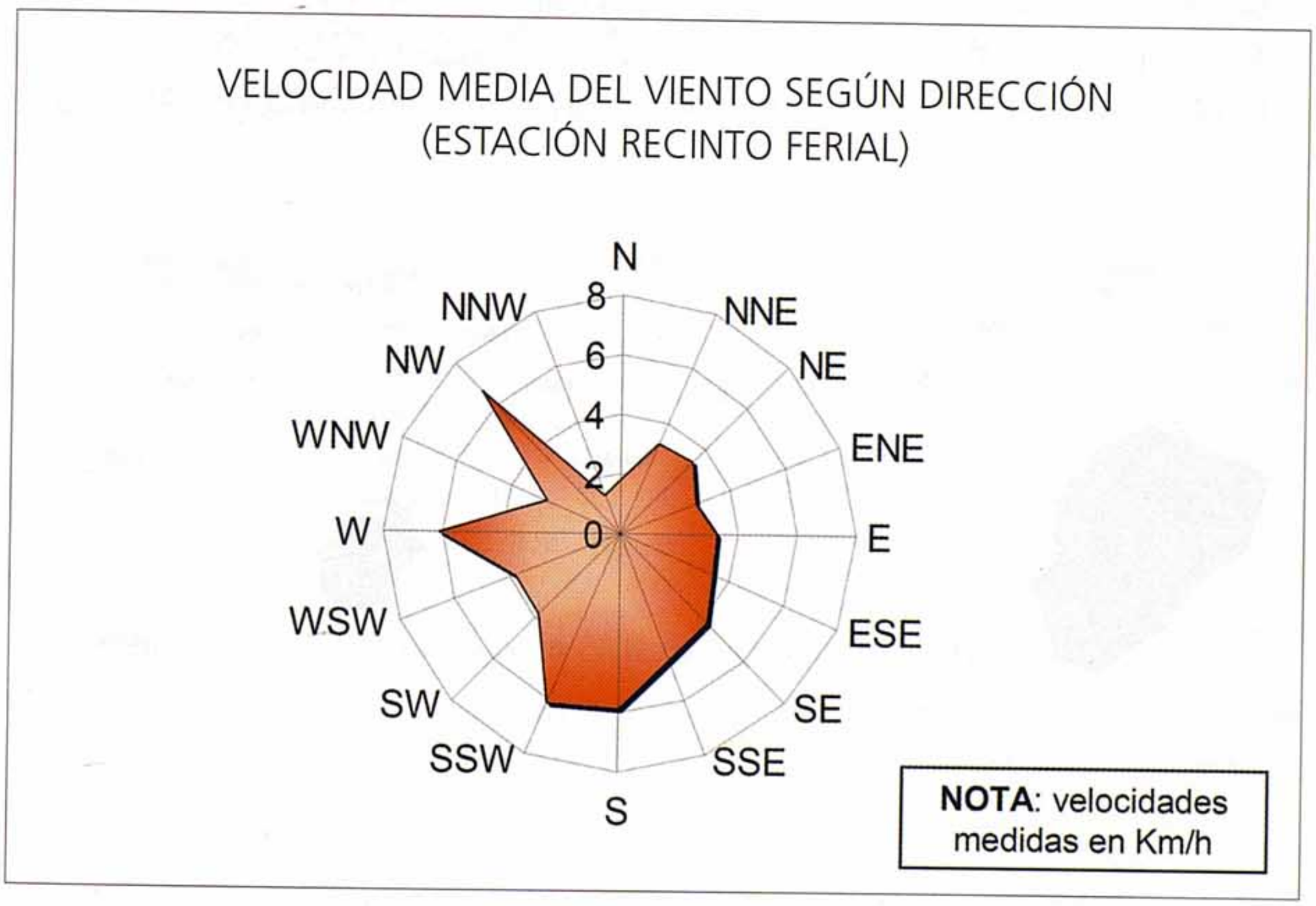
Así, de la observación del diagrama de frecuencia se desprende que la dirección dominante corresponde al eje norte-sur/suroeste para el caso de la zona de La Hípica; y dirección norte/noreste-sur/suroeste en el Recinto Ferial. También se observa que en La Hípica el viento proviene con más frecuencia del norte (20,5 % del tiempo total), mientras que en el Recinto Ferial sopla sobre todo desde el sur/suroeste.





Rosa de los vientos indicando la frecuencia de dirección y velocidad media del viento en las estaciones activadas por el Ayuntamiento de Las Rozas.





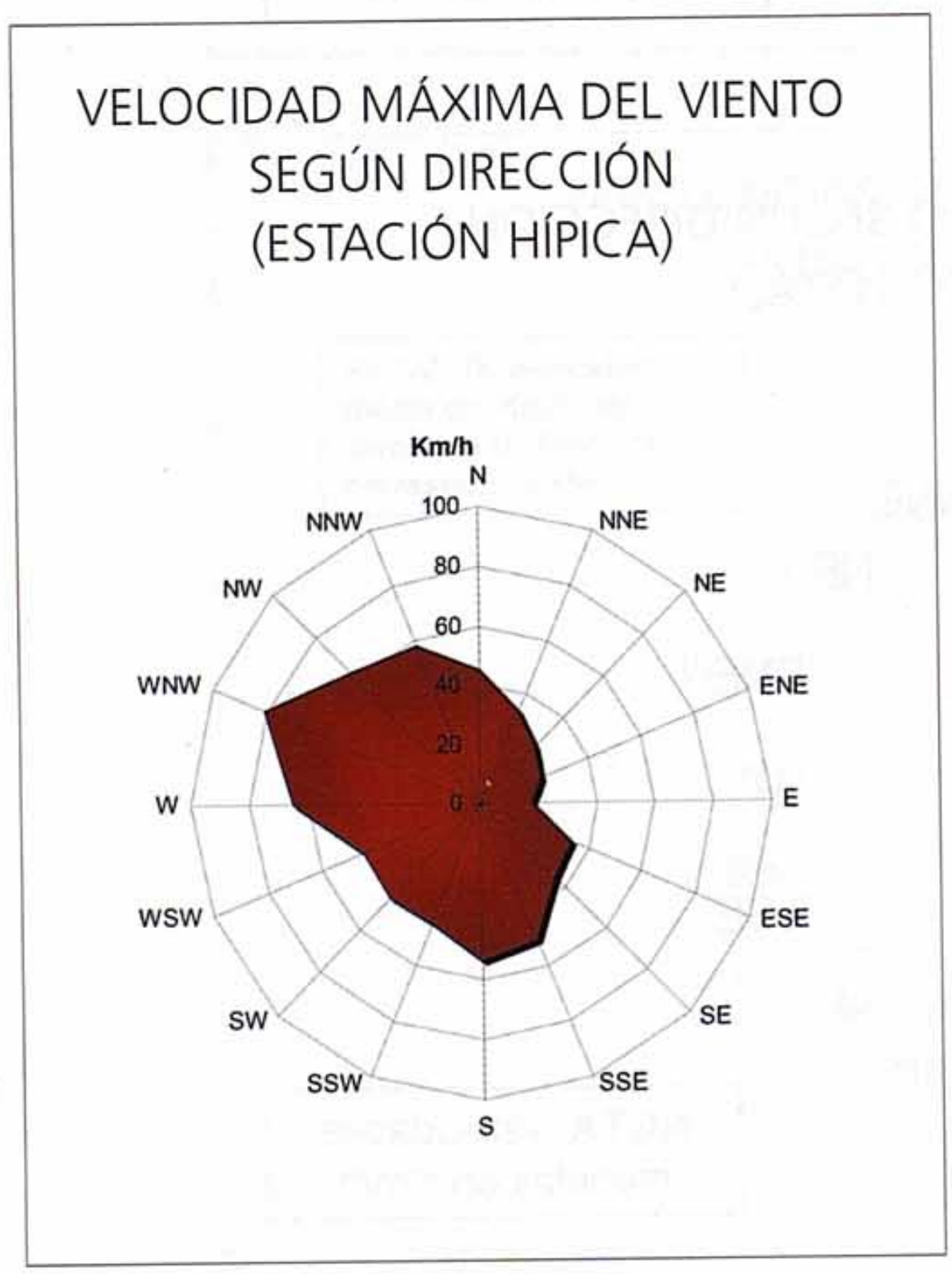
Rosa de los vientos indicando la velocidad media del viento en las estaciones activadas por el Ayuntamiento de Las Rozas.

En la zona de la Hípica el viento más fuerte sopla desde el sector oeste/noroeste, alcanzando velocidades de entre 6,6 y 9,2 Km/h. El diagrama correspondiente a las velocidades medias lo muestra de una forma más clara.

En la zona del Recinto Ferial, el reparto es más homogéneo, registrándose las velocidades más altas en dirección noroeste (6,7 Km/h) o sur-suroeste (5,9-6,2 Km/h).

Un reparto análogo encontramos en el caso de las velocidades máximas alcanzadas en las dos direcciones.

Es claro que las velocidades en La Hípica son bastante mayores que en el Recinto Ferial, con máximos de hasta 80 Km/h (mientras que en la zona del Recinto Ferial apenas sobrepasan los 20 Km/h).



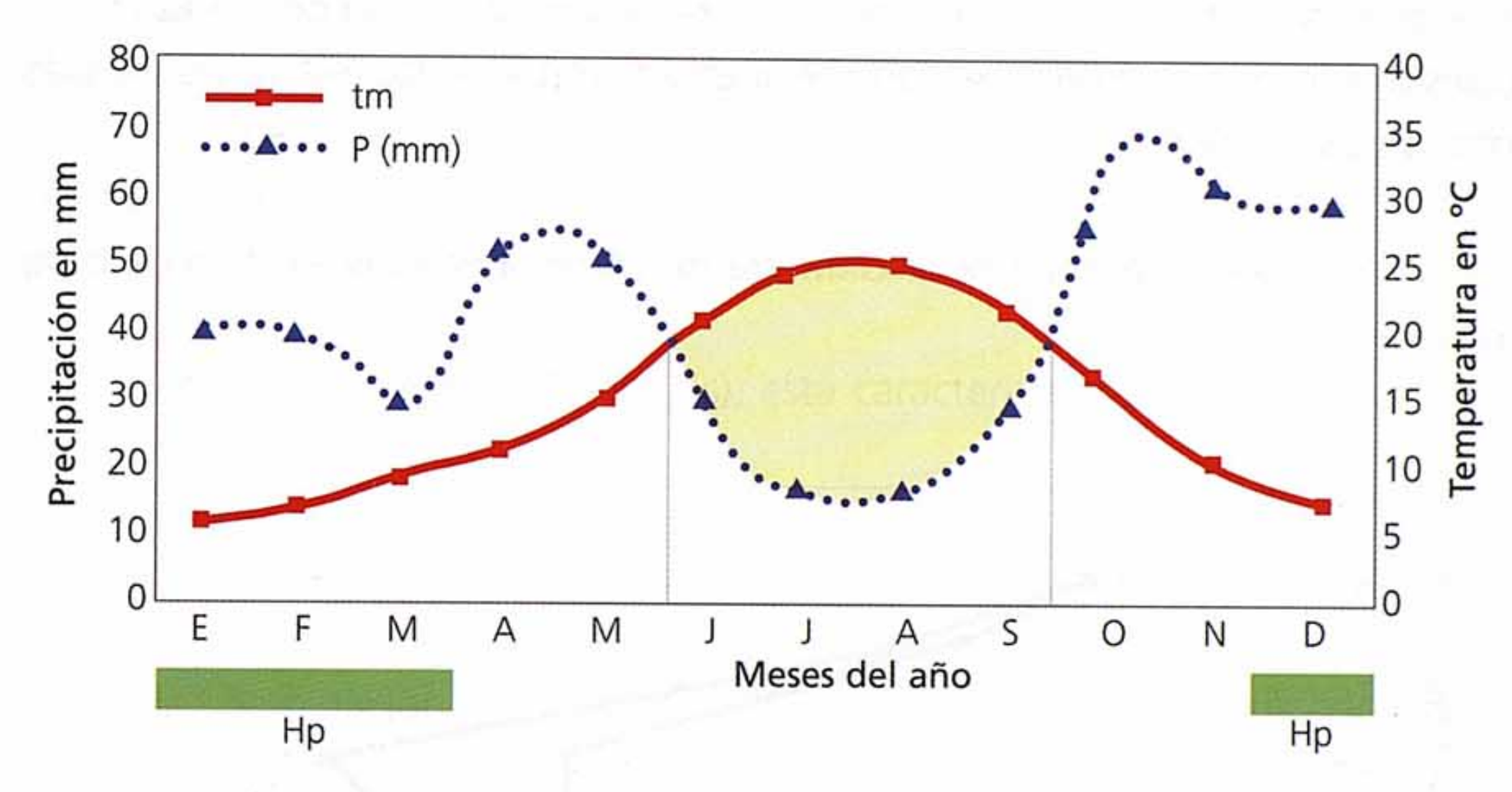
Rosa de los vientos indicando la velocidad máxima alcanzada por el viento en las estaciones activadas por el Ayuntamiento de Las Rozas.

CLIMODIAGRAMAS DE LAS ROZAS

De los diversos climodiagramas a los que se puede recurrir, en este estudio utilizaremos dos de los más comúnmente utilizados como son el *diagrama ombrotérmico de Walter-Gaussen y el diagrama de termohietas.*

Diagrama ombrotérmico de GAUSSEN (WALTER-LIETH)

La representación gráfica del clima por este método está basada en la hipótesis de Gaussen (1954-1955) que establece una equivalencia de 2 mm de precipitación por cada 1 °C de temperatura.



H_s: Intervalo de helada segura (meses en los que la media de las mínimas diarias es inferior a 0 °C).
tm: Temperatura media mensual en °C.
P: Precipitación media mensual en mm.

H_p: Intervalo de helada probable (meses en los que la media de las mínimas diarias es superior a 0 °C pero en los que, al mismo tiempo, la media de las mínimas absoluta es inferior a 0 °C).

Diagrama ombrotérmico de Gaussen (Walter-Lieth) asociado al municipio de Las Rozas.

Este diagrama permite calcular directamente los *meses áridos* según el índice de Gaussen que establece que un mes es árido si P<2T (P: precipitación, T: temperatura). En el caso del municipio de Las Rozas, este periodo seco se alarga durante los meses de *junio, julio, agosto y mediados de septiembre*.

Existe un periodo de *heladas probables* que se extiende *desde mediados de noviembre hasta finales de marzo*. Al no existir meses que presenten una temperatura media de las mínimas diarias inferior a 0 °C, no se da un periodo de heladas seguras.

Diagrama de termohietas. Climograma.

En un climodiagrama de termohietas suelen aparecer la temperatura media mensual en °C en ordenadas y la precipitación media mensual en las abscisas de un sistema de coordenadas cartesianas del que se obtendrán doce puntos como resultado de la combinación, mes a mes, de cada par de valores (temperatura y precipitación). Cada punto representa un mes del año que es indicado en el gráfico y éstos se unen por líneas que representan el ciclo de medias mensuales o ciclo climático del año. Permite además establecer las relaciones mutuas entre ambas variables.

A continuación se muestra el climograma correspondiente al municipio de Las Rozas.

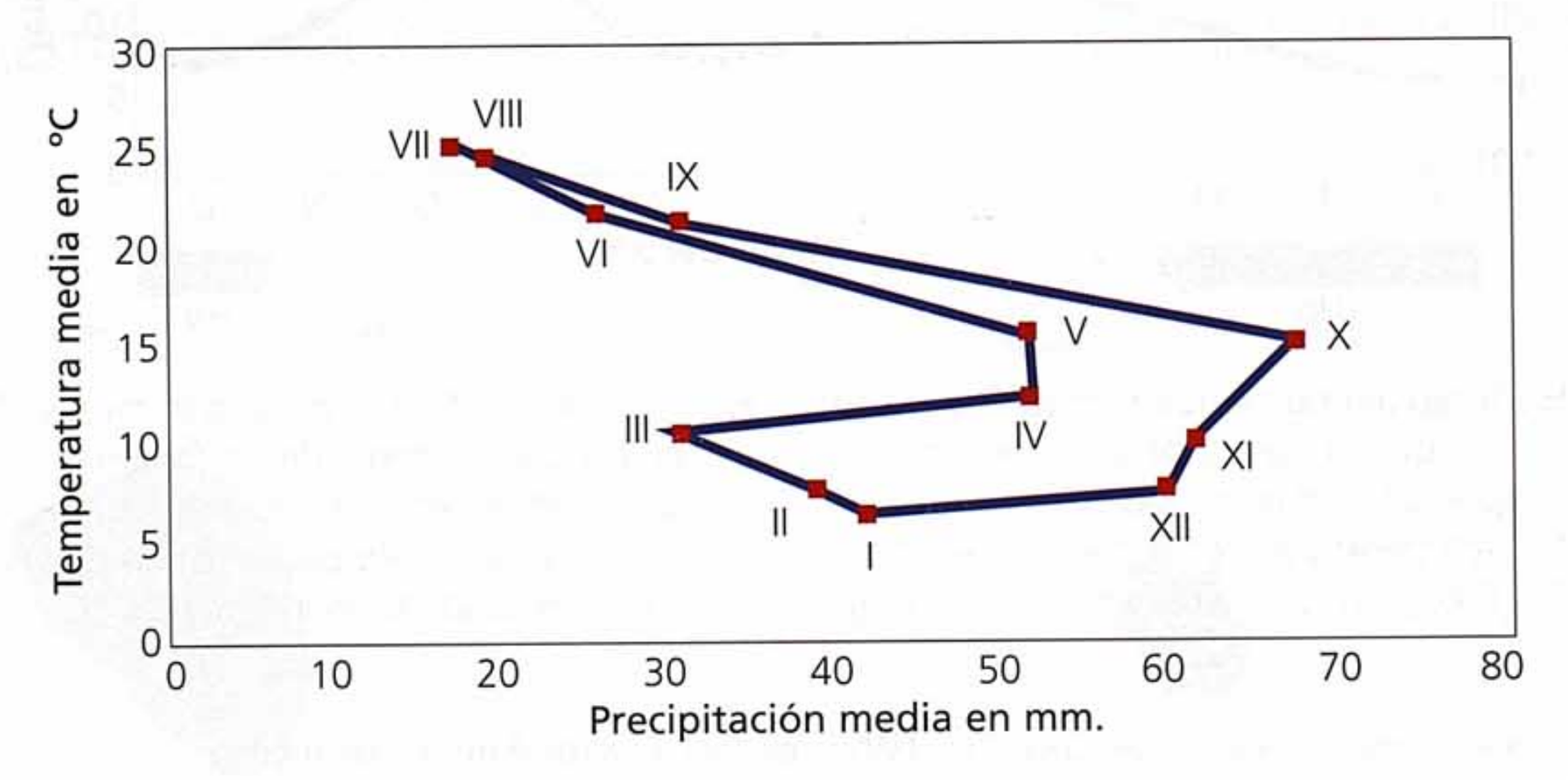


Diagrama de termohietas asociado al municipio de Las Rozas.

A la vista de este climograma, podemos detectar que las lluvias dominantes en el municipio de Las Rozas corresponden a los meses de octubre, noviembre y diciembre, seguidos en cuantía por abril y mayo. Asimismo, la rama ascendente de la gráfica indica que la época cálida y seca corresponde a los meses de verano. La dispersión de los puntos indica un régimen pluviométrico poco uniforme.

El ligero alargamiento del polígono siguiendo la dirección del eje vertical se puede interpretar como que la oscilación termométrica de la región no es exagerada pero sí notable.

Estas características son las típicas del tipo de clima mediterráneo continentalizado que reina en el municipio y que también predomina en las dos mesetas.

CLASIFICACIONES CLIMÁTICAS DE LAS ROZAS

Clasificación de Köppen (1918)

De las consideraciones expuestas en la primera parte de este libro sobre la clasificación de los climas que propuso Köppen, se deriva que el municipio de Las Rozas se encuentra dentro del grupo de los climas Templados (C), ya que la temperatura media del mes más frío es de 6,51 °C (menor de 18 °C y superior a -3 °C) y al menos existen 7 meses con temperatura media mayor de 10 °C.

El subgrupo al que pertenece, (s), está caracterizado por una estación seca en verano.

La subdivisión (a) estará determinada por la temperatura media del mes más cálido: 25,03 °C en el caso del municipio (superior a 22 °C).

De la combinación de estas tres variables se obtiene una clasificación definitiva: *Csa,* que, recapitulando, remite a un *clima templado, con estación seca en verano y temperatura media del mes más cálido superior a 22 °C.*

Clasificación de Thornthwaite (1949)

La clasificación de Thornthwaite está basada en un índice de humedad global que combina dos índices (humedad y aridez) que se obtienen mediante la confección de una ficha hídrica.

Partiendo del conocimiento de las precipitaciones y temperaturas medias mensuales, la ficha hídrica nos permite estudiar el balance del agua en el suelo a lo largo del año. Conocer este balance es importante, entre otros objetivos, para evaluar la disponibilidad de agua para los cultivos, en estudios hidrológicos, en la conservación, recuperación y drenaje de suelos, en repoblación forestal, y, por supuesto, respecto a criterios de diferenciación climática

MESES	P	ETP	P-ETP	CRA	EXCESO	DÉFICIT
Enero	41,743	11,3	30,443	100	30,443	0
Febrero	38,969	15,3	23,669	100	23,669	0
Marzo	30,255	30,9	-0,645	99,355	0	0,645
Abril	51,393	46,1	5,293	100	5,293	0
Mayo	51,353	75,7	-24,347	75,653	0	24,347
Junio	25,652	115,2	-89,548	0	0	89,548
Julio	17,130	151,2	-134,070	0	0	134,07
Agosto	18,956	135,1	-116,144	0	0	116,144
Septiembre	30,667	94,6	-63,933	0	0	63,933
Octubre	67,075	59,8	7,275	7,275	7,275	0
Noviembre	61,232	24,2	37,032	44,307	44,307	0
Diciembre	53,617	13,9	39,717	84,024	84,024	0
Anual	488,042	773,3	-285,258	0	195,011	428,687

P: Precipitación media mes
ETP: Evapotranspiración potencial
P-ETP: Diferencia entre E y ETP
CRA: Capacidad de retención de agua del suelo
Exceso: Superávit de agua
Déficit: Escasez de agua

Ficha hídrica confeccionada para el municipio de Las Rozas.

Partiendo de la ficha hídrica del municipio de Las Rozas, se observa que el municipio pertenece a un tipo de *clima Seco-subhúmedo* Además, le caracteriza un *exceso de agua invernal*.

Según la evapotranspiración potencial (calculada por Thornthwaite, ETP = 773,3) se trata de un *tipo de clima Mesotérmico,* es decir, con una tasa de evapotranspiración media.

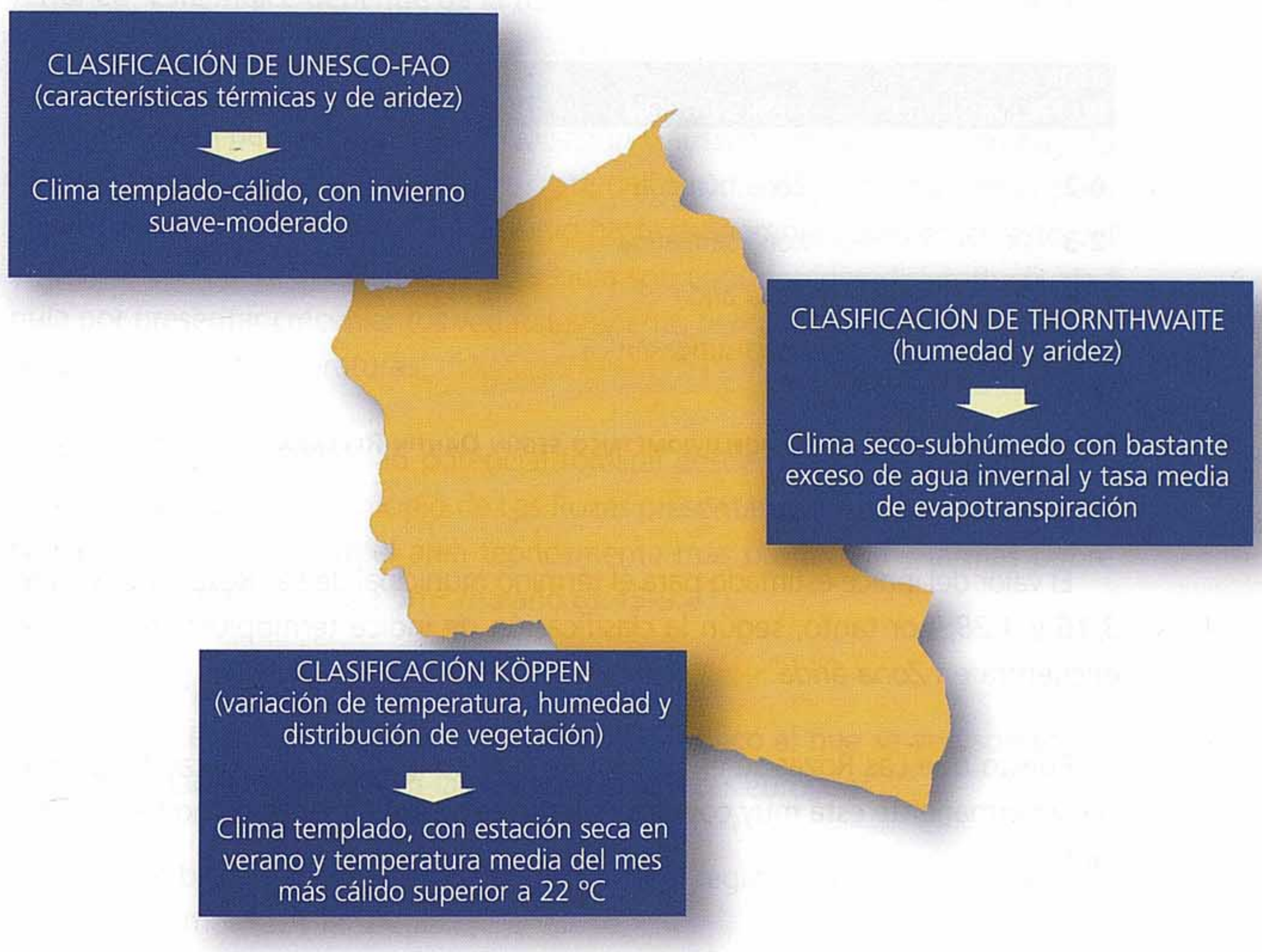
Clasificación de UNESCO-FAO

La clasificación UNESCO-FAO realiza un agrupamiento por características térmicas y de aridez. Para estas últimas se define un índice xerotérmico anual como suma de los índices xerotérmicos mensuales para aquellos meses en los cuales la precipitación media es menor o igual a dos veces su temperatura media.

El *índice xerotérmico* mensual representa los días del mes que no son de lluvia, y en menor medida, que tampoco son de niebla ni rocío. Además, está afectado por un coeficiente reductor a medida que la humedad relativa es mayor. Es decir, es un índice de días secos.

En nuestro caso la temperatura media oscila entre *0° C y 10° C*, por tanto estamos dentro del *Grupo térmico templado-cálido.*

Se concede importancia al rigor de la estación fría, por lo que se definen distintos *tipos de invierno* en función de la temperatura media de las mínimas del mes más frío, que en Las Rozas es enero y oscila entre *0,94° C y 9° C* por tanto el *tipo de invierno será suave-moderado.*



Resumen de las distintas clasificaciones del clima de Las Rozas.

ÍNDICES FITOCLIMÁTICOS DE LAS ROZAS

Estos índices pueden definirse como la expresión de las relaciones entre los diferentes elementos del clima con el objeto de cuantificar la influencia de éste sobre las comunidades vegetales.

Índice termopluviométrico de DANTÍN-REVENGA (1940)

Este índice pone de manifiesto la aridez del medio en gran parte de la Península. Depende de la temperatura media anual (°C) y de la precipitación media anual (mm).

Una vez calculado el índice, la aridez se expresa de acuerdo con el cuadro siguiente:

ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO	DESIGNACIÓN
0-2	Zona húmeda
2-3	Zona semiárida
3-6	Zona árida
+6	Zona subdesértica

Clasificación del índice termopluviométrico según Dantín-Revenga.

El valor del índice estimado para el término municipal de Las Rozas oscila entre *3,16* y *4,28*; por tanto, según la clasificación de índice termopluviométrico, se encuentra en *Zona árida*.

Puesto que Las Rozas se encuentra en una zona árida, la vegetación potencial y permanente está muy condicionada a las precipitaciones como factor limitante.

Índice de productividad forestal potencial de GANDULLO Y SERRADA (1977)

La productividad potencial forestal es la máxima producción de madera que se puede llegar a obtener en una masa que cumple los siguientes requisitos:

- Asentada sobre un suelo maduro, es decir, en equilibrio con el clima y evolucionado con arreglo al condicionamiento fijado por su roca madre.
- Gestión técnica adecuada.
- Buen estado fitosanitario.
- Especie de mayor crecimiento y compatible con la estabilidad del medio.

Los factores que influyen en la productividad forestal son de dos tipos: ecológicos y humanos. Los ecológicos son siempre muy importantes para definir la productividad vegetal. Existe pues una relación entre el clima (como factor ecológico) y la productividad potencial.

Los autores utilizan el índice de potencialidad productiva de *PATTERSON* (1956), modificado para su aplicación a un área con clima predominante mediterráneo. Este índice depende de la temperatura, la precipitación anual, la insolación y la duración del periodo vegetativo.

La duración del periodo vegetativo según Gaussen para el municipio ha sido predeterminado con valor de 8, a la vista del estudio del climodiagrama, pues el periodo de sequía discurre desde junio hasta septiembre como en el resto del ámbito mediterráneo. Los meses de sequía son considerados de productividad nula por presentar crecimientos vegetales apenas perceptibles a causa de la falta de agua y altas temperaturas.

El valor de productividad potencial forestal desde un punto de vista climático calculado para el municipio de Las Rozas presenta una escasa oscilación. De hecho, la variación entre el área teóricamente más productiva y la más pobre varía en un valor inferior a 1m^3 /ha/año (*8.45-9.41*).

Índice de VERNET (1966)

Este índice pretende diferenciar el régimen hídrico al que se ven sometidas las comunidades vegetales en las distintas comarcas europeas.

El índice bioclimático de Vernet caracteriza el régimen de lluvias por la oscilación pluviométrica y la sequía.

Así, en el caso del municipio, el índice obtenido es de *-12,9*.

Atendiendo al índice de Vernet, los climas se clasifican de la siguiente manera (clasificación clásica):

VALORES DE I	TIPO DE CLIMA
>+2	Continental
0 a +2	Oceánico-continental
-1 a 0	Oceánico
-2 a -1	Pseudo-oceánico
-3 a -2	Oceánico-mediterráneo
-4 a -3	Submediterráneo
<-4	Mediterráneo

Clasificación de los climas según el índice de Vernet

Referente al municipio nos encontramos, por tanto, ante un tipo de *Clima Mediterráneo*.

Queda patente la marcada sequía estival de los meses de verano, acompañadas de altísimas temperaturas que evidentemente generan estrés hídrico en la vegetación, característica propia del clima mediterráneo. Para el término municipal de Las Rozas se han determinado temperaturas medias máximas superiores a los 35 °C.

TIPO DE VEGETACIÓN	LOCALIZACIÓN
Encinares carpetanos	Finca de Los Viales
Retamares	Arroyo de la Virgen
Jarales pringosos con romero	
Saucedas de la meseta	Charca de Las Ceudas y Finca de Genaro
Fresneda	Zona de Los Barrancos y Viales
Choperas	Orillas del río Guadarrama y Molino de la Hoz
Pinares	Dehesa de Navalcarbón
Comunidades ruderales y nitrófilas	
Pastizales anuales	
Zarzales y rosaledas	
Juncales	Orillas de ríos
Vegetación acuática y anfibia	Charca del Garzo
Cultivos agrícolas de secano	La Cervera

Vegetación que encontramos en Las Rozas.

La vegetación potencial de un territorio corresponde a las características geológicas y climáticas. En Las Rozas, nos encontraremos con una vegetación típica del ámbito mediterráneo. Así pues, la vegetación actual de mayor interés corresponde a las formaciones indicadas en la tabla anterior.

Resumen de los índices fitoclimáticos que convergen en el municipio

CAMBIO CLIMÁTICO

ANTECEDENTES

ACTUALMENTE HAY UN ESPECIAL INTERÉS POR LA VARIACIÓN DEL CLIMA (CAMBIO CLIMÁTICO) debido a la variación global del clima de la Tierra. Tales cambios se producen a muy diversas escalas de tiempo. Que afectan a los siguientes parámetros climáticos: temperatura, precipitaciones, nubosidad, etcétera. Son debidos a causas naturales y, en los últimos tiempos, también a la acción del hombre. El término suele usarse, de forma poco apropiada, para hacer referencia tan sólo a los cambios climáticos que suceden en el presente, utilizándolo como sinónimo de calentamiento global.

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático usa el término cambio climático sólo para referirse al cambio por causas humanas. El párrafo 2 del artículo 1 reza así: *Por 'cambio climático' se entiende un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables*. Al producido constantemente por causas naturales lo denomina *variabilidad natural del clima*. En algunos casos, para referirse al cambio de origen humano se usa también la expresión *cambio climático antropogénico*.

El calentamiento global, con una tendencia marcada de ascenso de las temperaturas está relacionado con el *efecto invernadero*: es un fenómeno natural causado por una serie de gases que se encuentran en la atmósfera provocando que parte del calor del sol que nuestro planeta refleja quede atrapado manteniendo la temperatura media global en +15 °C en lugar de-18 °C que tendría el planeta sin la protección del efecto invernadero.

En el informe de febrero de 2007, los investigadores que componen el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC) de Naciones Unidas se refieren a las bases científicas y físicas, y concluyen que el calentamiento del sistema climático es inequívoco, tal y como evidencian las observaciones de

los incrementos en las temperaturas medias del aire y los océanos, el derretimiento generalizado del hielo y nieve y el incremento medio global del nivel del mar. Las concentraciones globales en la atmósfera de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso han aumentado marcadamente como resultado de las actividades humanas desde aproximadamente 1750, con el comienzo de la revolución industrial. Lo que es debido fundamentalmente al consumo de los combustibles fósiles y al uso y cambios de usos del suelo, mientras que los aumentos en las concentraciones de metano y óxido nitroso se deben principalmente a la agricultura.

El mundo no tiene que elegir entre evitar el cambio climático y promover el crecimiento y el desarrollo. Los cambios introducidos en las tecnologías energéticas y en la estructura de las economías han creado oportunidades para separar el desarrollo de las emisiones de gases de efecto invernadero, pudiendo afirmarse que el crecimiento económico se verá negativamente afectado si se ignora el cambio climático.

El clima siempre ha variado, el problema del cambio climático es que en el último siglo el ritmo de estas variaciones se ha acelerado mucho por razones antropogénicas, y la tendencia es que esta aceleración va en aumento si no se ponen medidas adecuadas. Actualmente existen pruebas científicas de que el cambio climático constituye una seria amenaza mundial, que exige urgentemente una respuesta asi mismo mundial. A más largo plazo, hacer frente al cambio climático es la estrategia adecuada a favor del desarrollo, estrategia que podrá llevarse a la práctica sin recortar las aspiraciones de crecimiento de los países ricos o pobres.

CAUSAS ANTROPOGÉNICAS DE LA VARIACIÓN CLIMÁTICA

Emisiones de gases efecto invernadero (GEI)

Desde principios de los años 90 científicos del todo el mundo empezaron a alertar de que la Tierra se estaba calentando a un ritmo sin precedentes. Al buscar la causa de esta aceleración climática se encontró que existía una relación directa entre el calentamiento global o cambio climático y el aumento de las emisiones de *gases de efecto invernadero (GEI)* provocado por las sociedades humanas industrializadas, como es el caso del transporte.

Emisiones de un vehículo.

La concentración de gases de *efecto invernadero* en la atmósfera es actualmente de 379 partes por millón (ppm) cuando en los últimos 650.000 años habría oscilado entre 200 y 280 ppm. Estos gases frenan la salida del calor que emite la Tierra y lo devuelven a la superficie. Es producido tanto de manera natural como de manera artificial (principalmente por la industrialización) debido al aumento de los gases de efecto invernadero en la atmósfera.

Estos gases (principalmente el dióxido de carbono o CO_2) se encargan de absorber y retener parte de la energía emitida por el Sol, impidiendo que los días sean demasiado calurosos o las noches demasiado frías. El aumento en la emisión de estos gases provoca grandes cambios en el clima a nivel mundial (haciéndolo cada vez más impredecible), sufriendo alteraciones en las temperaturas regionales, en los regímenes de lluvia, en la agricultura, incrementos en la desertificación y la descongelación de los casquetes polares y elevando el nivel del mar que causan inundaciones en las zonas costeras y continentales en todo el mundo.

GAS	FUENTE EMISORA	ACCIÓN RELATIVA	CONTRIBUCIÓN REAL	TIEMPO DE VIDA
Dióxido de carbono (CO_2)	Combustibles fósiles, deforestación, destrucción de suelos	1 (Referencia)	76%	500 años
Metano (CH_4)	Extracción de combustibles fósiles , descomposición anaeróbica de residuos orgánicos, pantanos, digestión y defecación de animales , combustión anaeróbica de la biomasa, bacterias en arrozales, escapes de gasolina, producción y distribución de gas natural y petróleo, producción de carbón, y combustión incompleta de combustibles fósiles	25	13%	7-10 años
Óxido Nitroso (N_2O)	Anaerobiosis en abonos minerales en el suelo, producción de ácido nítrico, combustión de combustibles fósiles, combustión de biomasa, deforestación	230	6%	140-190 años
Clorofluorocarbonos (CFC,HFC, FC,SF6)	Refrigeración, aire acondicionado, propelentes para aerosoles, agentes extintores, espumas plásticas y subproductos de la industria	15.000	5%	65-110 años

Principales gases efecto invernadero: fuente emisora, acción relativa de cada gas (hace referencia al poder contaminante de cada uno de ellos teniendo siempre como referencia al gas más representativo y abundante de la atmósfera terrestre el CO_2), la contribución real al efecto invernadero y el tiempo de vida de sus efectos en la atmósfera.

Los gases de efecto invernadero (GEI) son gases integrantes de la atmósfera, de origen natural y antropogénico, que absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de ondas del espectro de radiación infrarroja emitido por la superficie de la Tierra, la atmósfera y las nubes. Esta propiedad es la causa del efecto invernadero, siendo el vapor de agua (H_2O), dióxido de carbono (CO_2), óxido nitroso (N_2O), metano (CH_4) y ozono (O_3) los principales gases de efecto invernadero en la atmósfera terrestre. Además existe en la atmósfera una serie de gases de efecto invernadero totalmente producidos por el hombre, como los halocarbonos y otras sustancias que contienen cloro y bromo, de las que se ocupa el *Protocolo de Montreal,* dirigido a disminuir la producción de sustancias que deterioran la capa de ozono. Además del CO_2, N_2O y CH_4, el *Protocolo de Kyoto*

considera otros gases de efecto invernadero, como el hexafluoruro de azufre (SF_6), los hidrofluorocarbonos (HFC) y los perfluorocarbonos (PFC).

El dióxido de carbono (CO_2) es el principal de los anteriores gases de efecto invernadero, que resulta como consecuencia de la quema de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas) utilizados para la producción de energía y el transporte, principalmente. Desde la revolución industrial (finales S. XIX) el CO_2 se ha incrementado un 34%. Otros GEI son el metano y el óxido nitroso. Además se han introducido en la atmósfera otros gases que no existían: CFC's y compuestos perfluorados. Las concentraciones de CO_2 en la atmósfera en la actualidad superan las que ha habido en los últimos 20 millones de años.

Tanto para el mercado de emisiones que establece el Protocolo de Kyoto, como para la cuantificación de emisiones de cada industria, sector o país, se establece una unidad de equivalencia entre los seis gases invernaderos que son las *toneladas de CO_2 equivalente*. Representan la concentración de dióxido de carbono que podría causar el mismo grado de forzamiento radiativo, que una mezcla determinada de dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero.

CAMBIOS CLIMÁTICOS PREVISTOS PARA ESTE SIGLO Y SUS CONSECUENCIAS

Cambios previstos en el clima

En los últimos años ha mejorado enormemente el conocimiento de los procesos climáticos gracias a la observación de los cambios observados a gran escala de los mismos a lo largo del siglo XX y su incorporación a los modelos climáticos ha mejorado la confianza en su capacidad de proyecciones del clima futuro. Gracias a ello se puede establecer una predicción de los ritmos de calentamiento y cambios en los fenómenos climáticos para los próximos decenios en base a un escenario de emisiones determinado.

Los escenarios de emisiones son imágenes alternativas de lo que podría ocurrir en el futuro basándose en diferentes planteamientos y visiones de los modelos climáticos observados. Describen, por tanto, futuros divergentes en base a las fuerzas determinantes como el cambio demográfico, el desarrollo económico o el cambio tecnológico cuyo futuro es muy incierto, de tal forma que cada línea evolutiva interpreta un tipo de cambio de estas fuerzas determinadas, variando desde la visión más optimista hacia la más pesimista.

ESCENARIOS DE EMISIÓN	DESCRIPCIÓN
A1	La familia de escenarios y línea evolutiva A1 describe un mundo futuro de crecimiento económico muy rápido; la población mundial alcanza su nivel más alto a mitad del siglo y disminuye posteriormente, produciéndose una rápida introducción de nuevas tecnologías más eficaces. Las cuestiones importantes subyacentes son la convergencia entre las regiones, la capacitación y mayores interacciones culturales y sociales, con una importante reducción de las diferencias regionales en los ingresos per cápita. La familia de escenarios A1 se divide en tres grupos que describen distintas direcciones del cambio tecnológico en el sistema energético. Los tres grupos A1 se distinguen por su énfasis tecnológico: fuentes de energía intensivas de origen fósil (A1F1), de origen no fósil (A1T) o un equilibrio entre todas las fuentes (A1B) (el equilibrio se define como la no dependencia excesiva de una fuente de energía concreta, suponiendo que se apliquen ritmos similares de mejoras en todas las formas de aprovisionamiento energético y en las tecnologías de uso final)
A2	La familia de escenarios y línea evolutiva A2 describe un mundo muy heterogéneo. La cuestión subyacente es la autosuficiencia y preservación de las identidades locales. Los perfiles de fertilidad en las distintas regiones tienden a converger muy lentamente, lo cual acarrea un aumento continuo constante de la población. El desarrollo económico tiene una orientación principalmente regional y el crecimiento económico per cápita y el cambio tecnológico están más fragmentados y son más lentos que en otras líneas evolutivas
B1	La familia de escenarios y línea evolutiva B1 describe un mundo convergente, con la misma población mundial, que alcanza su nivel más alto a mediados del siglo para disminuir posteriormente, como en la línea evolutiva A1 pero con cambios rápidos en las estructuras económicas hacia una economía de la información y de los servicios, con reducciones en el consumo de materiales e introducción de tecnologías limpias y de recursos eficaces. En esta línea evolutiva se hace hincapié en las soluciones mundiales a la sostenibilidad económica, social y ambiental, lo que comprende una mejora de la equidad, pero sin iniciativas climáticas adicionales
B2	La familia de escenarios y línea evolutiva B2 describe un mundo en el que se hace hincapié en las soluciones locales a la sostenibilidad económica, social y ambiental. Se trata de un mundo cuya población crece continuamente, a un ritmo menor al de la línea evolutiva A2, con niveles medios de desarrollo económico y cambios tecnológicos menos rápidos y más variados que en las líneas evolutivas B1 y A1. Aunque el escenario también está orientado hacia la protección ambiental y la equidad social, se centra en los niveles local y regional

Escenarios de emisiones del informe especial sobre escenarios de emisiones. Fuente: "Cambio Climático 2007: las Bases Científicas y Físicas". Traducción de cortesía realizada por el M. Medio Ambiente de España.

Los termómetros en las ciudades, durante el estío, marcan temperaturas poco agradables.

En el conjunto de todos estos escenarios se puede extraer una previsión más simple de efectos probables y comunes a todas las previsiones más complejas. Algunos de los cambios más significativos previstos para este siglo XXI, según el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) determina en el Cuarto Informe de Evaluación del Cambio Climático (2007), podrían ser los siguientes:

1 Se prevé que la temperatura media mundial de la superficie aumente de 1,4 a 5,8 °C durante el periodo 1990-2100, siendo este aumento mucho mayor que los cambios observados durante el siglo XX y sin precedentes en, al menos, lo últimos 10.000 años en base a los datos paleoclimáticos correspondientes.

2 Aumento de siete grados centígrados más en verano: tanto las temperaturas máximas como las mínimas aumentarán considerablemente, especialmente en las latitudes septentrionales altas en la estación fría donde

el aumento se estima en más del 40% respecto a la media mundial. Las temperaturas llegan a alcanzar los 40 °C en verano casi a diario.

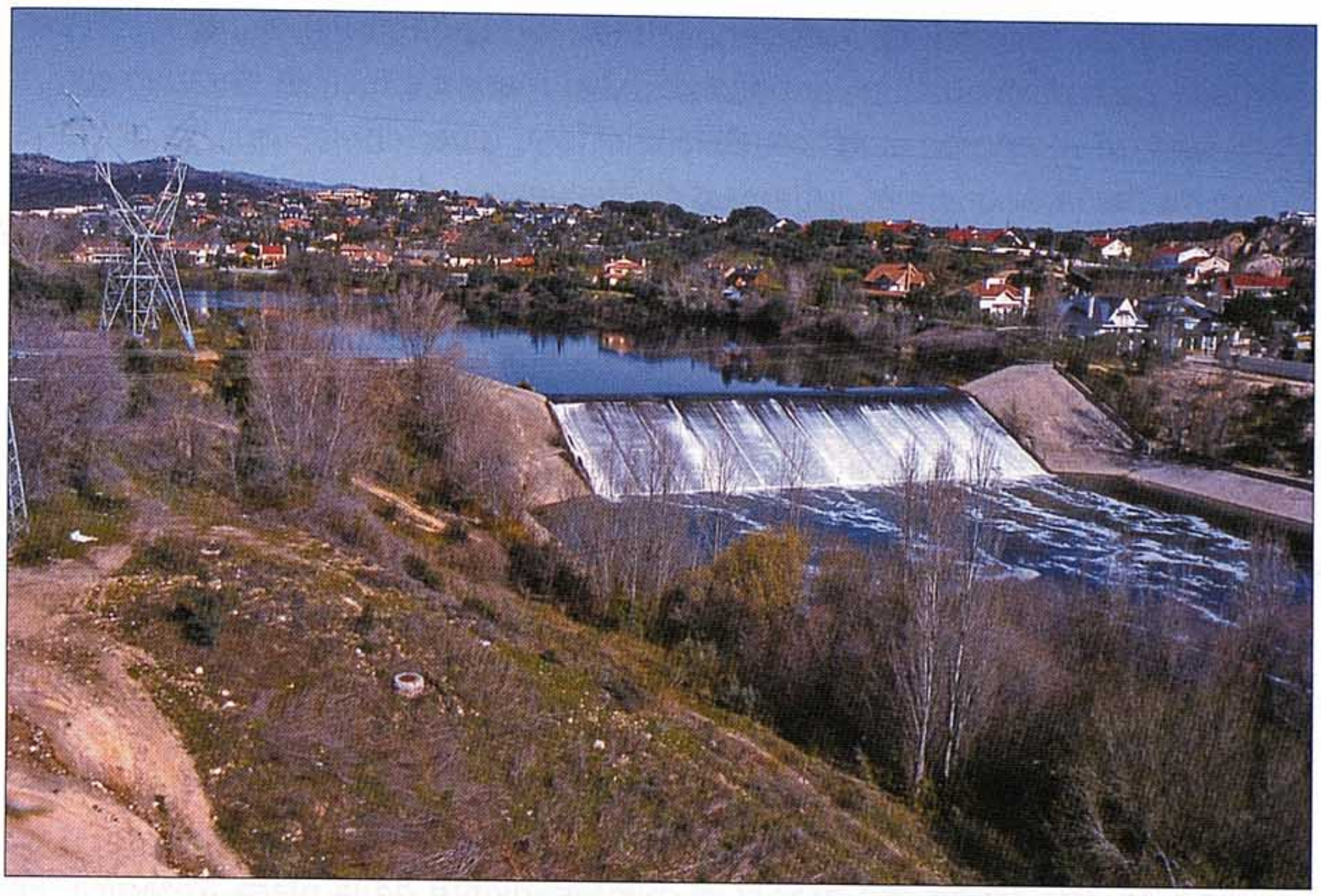
3 El aumento de la temperatura por motivos antropogénicos se situará probablemente en el intervalo de 0,1 a 0,2 °C por decenio durante los próximos decenios.

4 Menor amplitud del margen de variación de la temperatura diurna en la mayoría de las zonas terrestres y suavizamiento superficial de las temperaturas más acusadas en altas latitudes en invierno y menor durante el verano.

5 El aumento de la concentración de vapor de agua provocará un aumento de las precipitaciones mundiales medias (3-15%), con más episodios de precipitación intensa en latitudes septentrionales medias y altas, y en la Antártida en invierno. Los aumentos en la cantidad de lluvia son muy probables en latitudes altas mientras que en las regiones subtropicales es solamente probable un aumento del 20% respecto a la tendencia actual.

© Aleksandar Cule-Fotolia.com

Las inundaciones se harán más frecuentes en Centroeuropa.



Embalse Molino de la Hoz (Las Rozas de Madrid).

6 Las grandes variaciones anuales de las precipitaciones provocarán probablemente grandes episodios de desecación continental y riesgo asociado de sequía en la mayoría de las zonas continentales de latitud media (Península Ibérica).

7 En cuanto a los fenómenos extremos, de importante impacto en la sociedad y la economía a escala local, los modelos carecen de la precisión espacial necesaria para hacer proyecciones fiables pero a nivel mundial se prevé una mayor recurrencia de catástrofes naturales relacionadas con el clima, como inundaciones, tsunamis, etc. Concretamente parece probable un ligero aumento en la amplitud de los fenómenos asociados con El Niño como las fuertes cantidades de lluvia, sequías y crecidas asociadas. Es probable que ciclones típicos de los trópicos se desplacen hacia los polos variando con ello los patrones de vientos y precipitación fuera de los trópicos siendo a su vez más intensos, con mayores picos en la velocidad del viento y la carga de agua transportada.

8 Deshielo de los casquetes polares: está previsto que los glaciares y los casquetes de hielo prosigan su retirada general durante el siglo XXI principalmente en el Ártico, mientras que el Antártico es probable que no varíe excesivamente debido a su asentamiento bajo el nivel del mar y al aumento

previsto de las precipitaciones anuales (en forma de nieve), aunque en cualquier caso disminuirá la cantidad de hielo marino e incluso desaparecerá a finales de verano en el Ártico. Es la criosfera, representada por los glaciares de montaña, la que más sufriría las consecuencias del aumento generalizado de las temperaturas, contribuyendo a su vez con su desaparición a aumentar el albedo (o reflectividad de la radiación solar) global y con ello la temperatura atmosférica podría elevarse aún más.

9 La subida del nivel de las aguas puede llegar a un metro entre 1990 y 2100. Se perderían playas, sobre todo en el Cántabrico, y se inundarían zonas como el Delta del Ebro, y las zonas costeras de la Manga del Mar Menor y la costa de Doñana. Si se mantuviera el ritmo de calentamiento actual durante un milenio esto conllevaría a la contracción total de la placa de hielo de Groenlandia, aumentado el nivel del mar en unos 7 metros. A pesar de ello la mejora de los modelos de predicción en el CIE (Cuarto Informe de Evaluación) determinan una contribución menor de la esperada de los glaciares y las capas de hielo en este fenómeno gracias al mantenimiento de la placa Antártica. En cualquier caso si las emisiones antropogénicas se estabilizasen en 2100 la expansión térmica conduciría a un aumento del nivel del mar entre 0,3 y 0,8 respecto a 1980-1999.

© Foxie_aka_Ashes-Fotolia.com

El cambio climático ya se deja sentir a nivel global.

10 La circulación termohalina del Atlántico Norte, que permite a la mayor parte de Europa tener un clima relativamente templado, es impulsada por las diferencias de temperatura y por la salinidad del mar. La formación de icebergs y la fusión de las barreras de hielo devuelven el agua dulce a los océanos manteniendo un equilibrio que de verse alterado afectaría la circulación oceánica al modificar la salinidad en la superficie con la consiguiente reducción de calor hacia las latitudes altas del hemisferio norte. No obstante el efecto de las emisiones en aumento hace prever que esta circulación no se detendrá hasta más allá del año 2100, pero que en caso de que ocurriera posiblemente lo hiciera de manera irreversible. Aun así a fecha de hoy los modelos no pueden dar una previsión fiable de los cambios a largo plazo.

Las consecuencias del cambio en la biosfera

- *Alteraciones en los ciclos hidrológicos*: las reservas de agua disminuirán en Asia Central, la zona limítrofe del Mediterráneo, África meridional y Australia y probablemente aumentarán en latitudes más altas. A pesar de ello, los cambios en los ciclos hidrológicos y los recursos hídricos han de ser observados de forma regional puesto que la variación global es probable que se compense y refleje pocos cambios al contrario que en el caso de la temperatura. Son por ello los países de la región litoral del Mediterráneo como España los que más afectados verán sus flujos de corrientes modificados y la recarga de las aguas subterráneas disminuida. Además, el aumento de las temperaturas provocará una peor calidad de las aguas disponibles.

- *Mayor número y recurrencia de grandes incendios forestales*: debido al aumento de las temperaturas las masas presentarán una sequía muy acusada aumentando la posibilidad de incendios, los cuales provocarán la pérdida de grandes superficies forestales, contaminación por los gases emitidos e importantes pérdidas sociales y económicas.

- *Plagas y parásitos en la agricultura:* el incremento de las temperaturas aumentará el nivel de estrés y esto modificará el alcance y distribución de las plagas. Inviernos más suaves y húmedos incrementarán la supervivencia de los parásitos.

- *Aumento de los procesos erosivos y de la desertificación*:como es el caso de los Pirineos, cordillera Cantábrica y cordilleras Béticas habrá más aludes y desprendimientos. En la cuenca mediterránea los procesos erosivos junto con la falta de agua proporcionarán el aumento del desierto en la Península.

El ascenso de las temperaturas amenaza con un aumento en la recurrencia de grandes incendios forestales.

- *Alteraciones de las migraciones*: En general el cambio climático hará que las especies tengan que desplazarse a nuevos territorios más acordes con la temperatura que necesitan para desarrollarse. Con ello desaparecerán flores y especies animales endémicas de la Península. Otras se están trasladando hacia mayores latitudes y las aves variarán su comportamiento migratorio con su consiguiente cambio en las estructuras poblacionales de las mismas y su impacto en los nuevos lugares de residencia.

- *Variaciones en los ciclos en las plantas*: Las hojas de los olmos e higueras brotarán un mes antes y caerán dos semanas después de lo habitual hace cinco décadas. Por otro lado, la emisión de polen a destiempo amenazan con descoordinar a los insectos polinizadores con sus plantas correspondientes. Las especies forestales se están viendo ya afectadas: la polinización será más prolongada y habrá más casos de asma. En general el cambio en las condiciones de temperatura y humedad provocarían una

redistribución vegetal tanto a nivel mundial como local, donde estos efectos se dejarían notar en grandes desapariciones de áreas cultivadas, la propagación de especies que consuman menos agua, etcétera.

- *Cambio en el ciclo biológico de los animales*: La distribución, la densidad y la etología de las poblaciones de todas las especies se verán afectadas por cambios en el clima o indirectamente por cambios en la vegetación de los ecosistemas que conforman sus hábitats naturales. De forma general el cambio climático será el responsable de una reducción de la diversidad biológica así como de la redistribución mundial de las especies a los nuevos hábitats más acordes con su rango óptimo de temperatura. Además los cambios en los usos de la tierra provocarán el levantamiento de nuevas barreras para la difusión de las especies y las migraciones, reduciendo así las posibilidades de supervivencia de las mismas. Es muy probable que la totalidad de las especies catalogadas actualmente como en peligro de extinción y que en muchos casos son símbolos regionales o nacionales como lince ibérico (*Lynx pardina*), se extinguirán definitivamente con consecuencias irreversible para el medio natural.

© Armin Lang-Fotolia.com

Especies como el lince ibérico (*Lynx pardina*) se enfrentan a la desaparición de sus hábitats como consecuencia del cambio climático.

Las consecuencias económicas y sociales del cambio climático

El cambio climático incidirá sobre los elementos básicos de la vida humana en distintas partes del mundo: acceso a suministro de agua, producción de alimentos, salud y medio ambiente. A medida que se va produciendo el calentamiento del planeta, cientos de millones de personas podrían padecer hambre, escasez de agua e inundaciones costeras.

Utilizando los resultados de modelos económicos formales, (Informe Stern, 2006) se ha calculado que, si permanecieran inactivos, el coste y riesgo total del cambio climático equivaldrían a la pérdida de un mínimo del 5% anual del PIB global, de ahora en adelante. Teniendo en cuenta una gama de riesgos y consecuencias más amplias, los cálculos de los daños que se producirían aumentarían a un mínimo del 20% del PIB. Por el contrario, el coste de adopción de las medidas para paliar el cambio climático, como por ejemplo la reducción de emisión de gases nocivos, puede limitarse al 1% del PIB global anual.

Todo el planeta se verá afectado, pero los que sufrirán más las consecuencias serán los países y poblaciones más pobres, a pesar de que son los que menos han contribuido al cambio climático.

El coste derivado de las condiciones meteorológicas extremas, inundaciones, sequías, tormentas, etc., está aumentando incluso en los países ricos.)

Es posible reducir las emisiones mediante una mejora de la eficiencia energética. Se hace precisa la introducción de cambios en la demanda y la adopción de tecnologías limpias en los sectores de la energía, calefacción y transporte. En este último sector se requerirá una reducción drástica en las emisiones.

Otro factor esencial será una reducción en las emisiones no energéticas, tales como las resultantes de la deforestación y de los procesos agrícolas e industriales.

Las consecuencias para España.

Los modelos que predicen el clima apuntan a un mayor calentamiento, y aunque hay diferencia entre ellos, lo importante es que confirman que España es "especialmente vulnerable" al cambio climático. En base a estudios atmosféricos de referencia histórica concluye con aumentos de temperatura muy considerables. A partir de 2040, la máxima anual ascendería entre 2,8 y 3,6 °C respecto a la temperatura registrada entre 1960 y 1990. El aumento de temperatura sería mucho mayor en verano. En julio superaría los cuatro grados. El efecto es mucho mayor en el interior que en las costas.

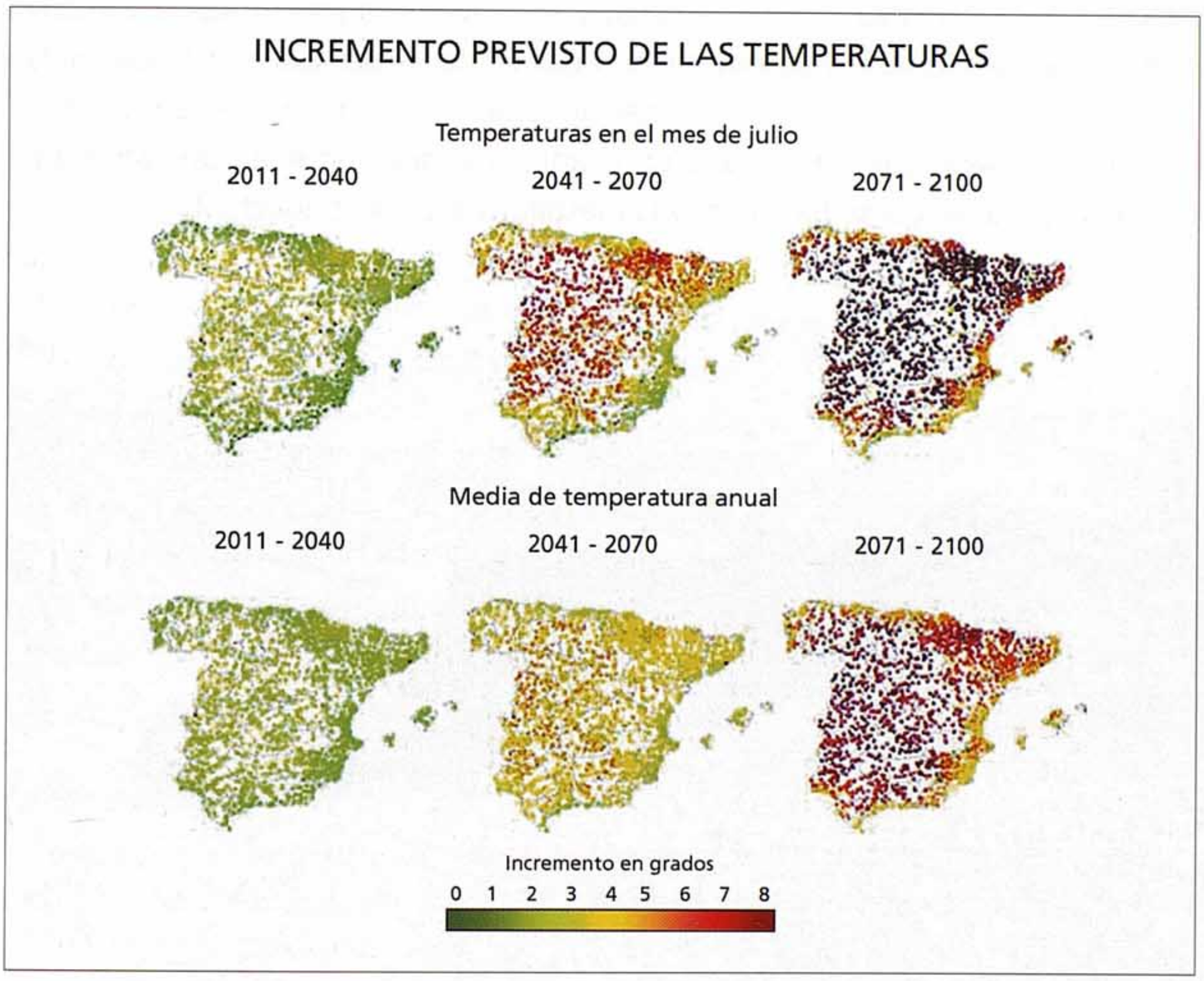
Los cambios proyectados en España, según el Ministerio de Medio Ambiente, son los siguientes:

A) Sobre la temperatura

- Una tendencia progresiva al aumento de temperatura.
- Aumentos de temperatura significativamente mayores en verano que en invierno. Mayor calentamiento en verano en el interior que en la costa.
- Aumento de días con temperatura extremas, especialmente en verano.
- Mayor amplitud térmica y anomalías mensuales.

B) Sobre las precipitaciones

- Mayor reducción de precipitación en los meses de primavera y aumento en el oeste en invierno y en el noreste en otoño.
- Tendencia generalizada a una menor precipitación acumulada anual.



Incremento previsto de las temperaturas en España (generación de escenarios regionalizados de cambio climático para España, 2007).
Fuente: Ministerio de Medio Ambiente.

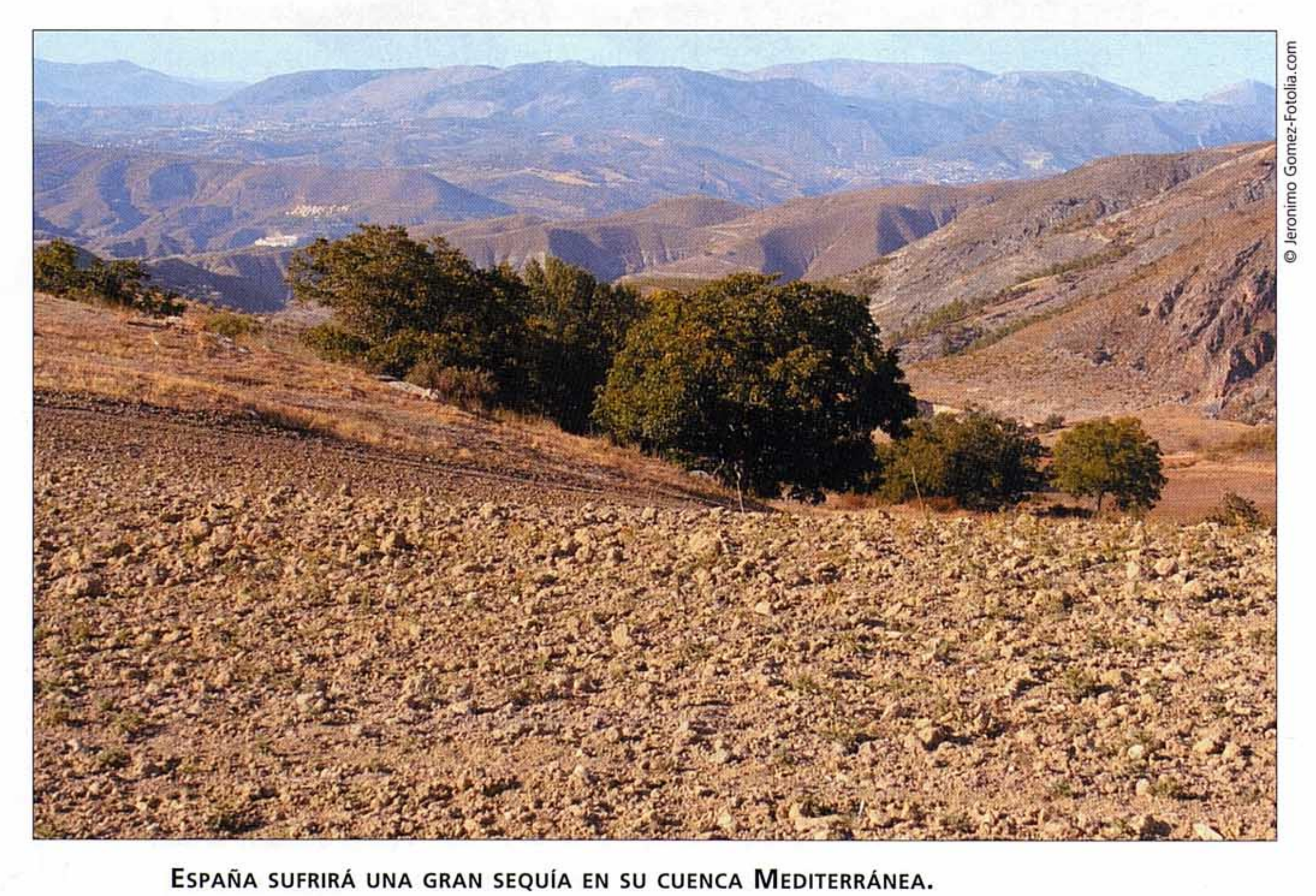
Las consecuencias de estos cambios se manifestarán de diversas formas sobre el medio tanto natural como socioeconómico del país:

A) Sobre el nivel del mar

- Entre 1886 y 1996 el nivel medio del mar en Europa ha aumentado entre 0.8 mm/año y 3.0 mm/año.
- En Vigo (Galicia) ha crecido 2.2 mm/año).
- Para final del siglo XXI es previsible un incremento del NMM de 50 cm.
- Se hundirían zonas costeras bajas: deltas del Ebro y Llobregat, Manga del Mar Menor, costa de Doñana...
- Erosión costera y de playas.

B) Sobre los recursos hídricos

Las aportaciones anuales medias de los ríos han cambiado en las últimas décadas en Europa. En España las aportaciones han decrecido considerablemente en las cuencas del Guadalquivir y del Júcar y se prevé un aumento de la variabilidad interanual de forma severa en cuencas como la del Guadiana, Canarias, Segura y Baleares, además de las ya mencionadas más arriba. Estas zonas semiáridas del sur serán las más críticas en cuanto a la disponibilidad del agua que puede llegar a reducirse hasta un 50% respecto al potencial actual.



© Jeronimo Gomez-Fotolia.com

España sufrirá una gran sequía en su cuenca Mediterránea.

La tendencia futura sería (simulación año 2060, Fuente: AEMA):

- Aumento de temperatura de 2,5 °C.
- Disminución de precipitación de un 8%.
- Reducción global de recursos hídricos de 17%.

Para finales de siglo estas cifras podrían verse aumentadas en un 20%. Además los riesgos de crecidas fluviales irregulares e instantáneas pueden provocar que los daños sean menos previsibles en la cuenca mediterránea y, siendo más regulares en la cuenca atlántica, estos serán también de mayor magnitud.

C) Sobre los recursos edáficos

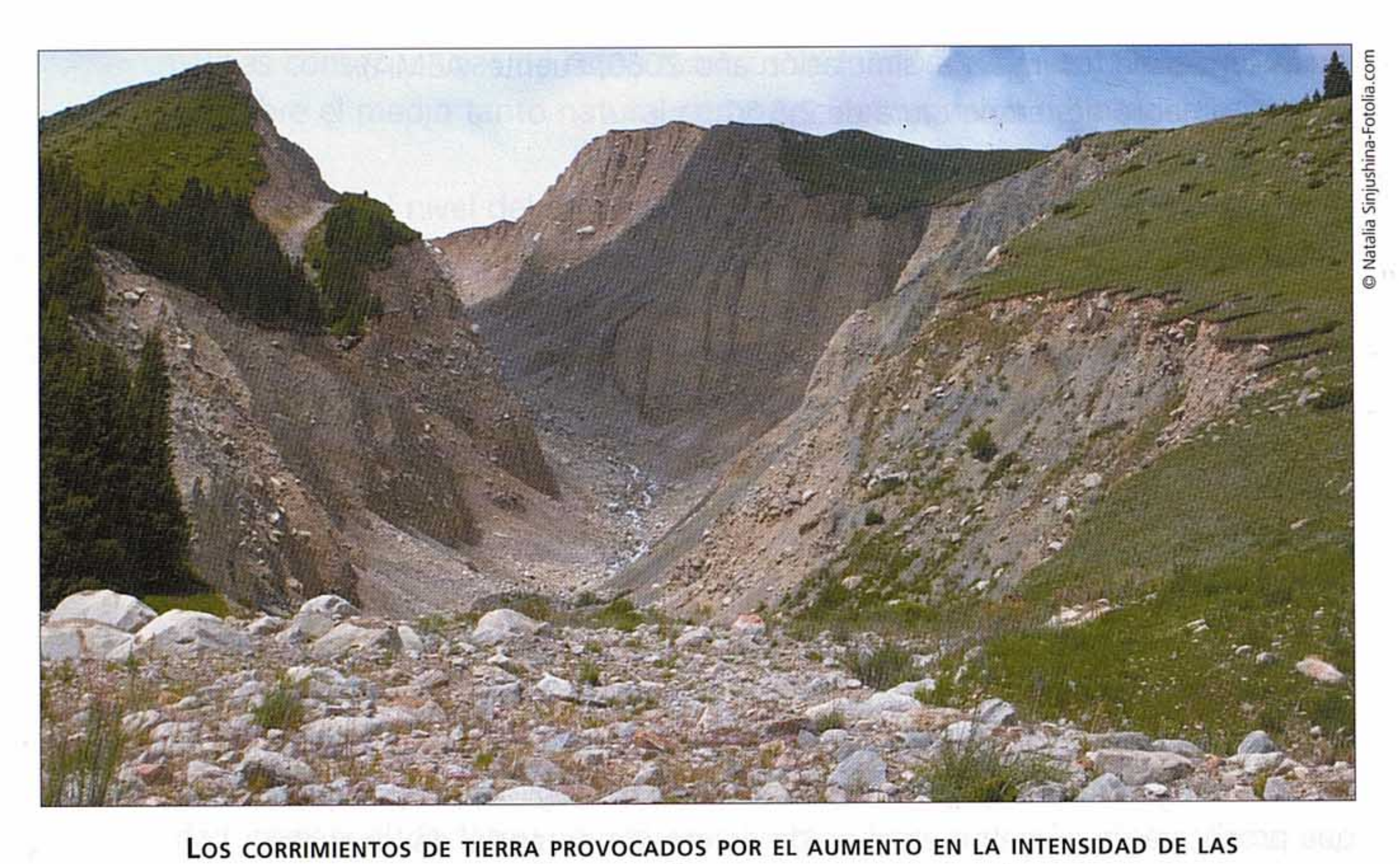
Los suelos de la España de clima mediterráneo y semiárido están amenazados por procesos de desertificación que el cambio climático irá agravando en un futuro de forma que por cada aumento de temperatura de 1 °C se prevé una pérdida de carbono orgánico, y por tanto de fertilidad, del 6-7%. A la influencia de la temperatura hay que añadir además la del régimen de precipitaciones que provocará un aumento en el grado de erosión potencial de los suelos.

Por otra parte el aumento de la torrencialidad, junto al cambio de los usos del suelo y la cubierta vegetal conllevará un mayor número de deslizamientos superficiales de laderas con grandes pérdidas económicas en vías de comunicación y núcleos poblacionales, principalmente en las cordilleras de los Pirineos, Cordillera Cantábrica y Cordilleras Béticas.

D) Sobre los ecosistemas terrestres y acuáticos

Se verá alterada la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas terrestres al aumentar el impacto de especies invasoras y plagas favorecidas por el aumento de las nuevas condiciones extremas tanto en la región atlántica, limitada por la temperatura, como en la región mediterránea, limitada por las precipitaciones. La biodiversidad se verá reducida por numerosas extinciones locales y migraciones altitudinales de las especies. Los ecosistemas más afectados por este cambio serán aquellos más aislados y por tanto vulnerables, como son las islas y los sistemas de alta montaña, repletos de endemismos y procesos ecológicos únicos e irrepetibles en cualquier otro punto de la geografía mundial.

En los ecosistemas acuáticos continentales el cambio climático probablemente provocará que muchos de ellos pasen a ser estacionales o incluso desaparecer, con la consiguiente pérdida de biodiversidad, que corre el peligro de ser la primera olvidada en el caso disminución de los recursos hídricos del país. Las consecuencias sobre lagunas, lagos, ríos y arroyos aun no han sido evaluadas.



© Natalia Sinjushina-Fotolia.com

Los corrimientos de tierra provocados por el aumento en la intensidad de las precipitaciones, provocan graves daños en los sistemas ecológicos.

Se prevé una reducción de la productividad de los ecosistemas marinos y aguas costeras españolas. El cambio en la temperatura de la corriente termohalina provocará cambios en las redes tróficas, la distribución de las especies recurso y aumento de especies invasoras con el consiguiente efecto perjudicial para el sector pesquero en todos sus apartados.

En resumen, tanto la biodiversidad vegetal como la biodiversidad animal se verán afectadas por estos cambios en los ecosistemas y por tanto por el cambio climático de forma directa e indirecta. Las comunidades vegetales sufrirán el aumento de las temperaturas combinado con la reducción de las disponibilidades hídricas pasando a ser más mediterráneo el norte y más árido el sur. Será la vegetación de montaña y caducifolia, así como los bosques esclerófilos más situados al sur y al litoral, los tipos más vulnerables al cambio. Además, las extinciones locales tendrán una especial importancia en un país como el español donde se encuentra la mayor proporción de diversidad vegetal de Europa.

El cambio en la estructura vegetal tendrá a su vez graves repercusiones en las comunidades animales de la península, de igual forma que los cambios en el clima que directamente tendrán su influencia en los ciclos biológicos de las especies, procesos migratorios y reproductores, interacciones depredador-presa, distribución geográfica, influencia de parásitos y enfermedades, etc...

Así mismo el mayor riesgo será para el gran número de endemismos que existen en las zonas más vulnerables al cambio climático citadas anteriormente, como islas, zonas de montaña y humedales permanentes y temporales.

E) Sobre los sectores económicos

SECTOR ECONÓMICO	DESCRIPCIÓN
Sector Forestal	Las especies arbóreas verán modificada profundamente su fisiología en los rangos de cambio climáticos estimados, de forma que no podrán ocupar terrenos en los que estuvieron con anterioridad y viceversa. Así los caducifolios alargarán su ciclo vegetativo al tener temperaturas más cálidas y los perennifolios acelerarán la renovación foliar siendo más vulnerables ante eventos puntuales adversos. Este rápido retorno de la materia orgánica aumentará inicialmente la producción primaria pero a lo largo del siglo disminuirá y la cantidad de emisión de carbono será mayor que la capacidad de asimilación de los bosques. El aumento de temperaturas provocará además un aumento en los índices medios de peligro de incendios forestales al aumentar la inflamabilidad de los combustibles
Sector Agrario	Los efectos del cambio climático serán contrapuestos en las diferentes regiones españolas lo cual producirá grandes contrastes poblacionales y económicos siendo el sur y el sureste de España el que más sufrirá el estrés térmico y los años extremos mientras que en el norte las temperaturas más suaves en invierno permitirán mayores productividades en esta época. En cuanto a la ganadería ésta se verá afectada en el aumento del nivel de estrés del ganado por las altas temperaturas y sobre todo por la acción de las enfermedades parasitarias favorecidas por inviernos más suaves y húmedos
Sector Energético	Un incremento de demanda eléctrica, de petróleo y gas natural será consecuencia inevitable del aumento de las temperaturas y la falta de energía hidráulica disponible. A pesar de ello también cabe pensar que la energía solar cobrará una mayor importancia al existir mayor número de horas de insolación. Actualmente España está en un buen camino en este aspecto pero aun dista de ser sostenible
Sector Turístico	En uno de los aportes económicos del país el cambio climático tendría graves consecuencias. Las alteraciones de los ecosistemas podrían causar que estos dejen de reportar los beneficios sociales y económicos actuales. Así mismo un cambio en las temperaturas y la distribución de las lluvias provocarían una modificación de la actividad turística del país, en los puntos de destino y en la estancia media en cada destino que se vería reducida o retrasada tanto para turistas extranjeros como nacionales. La posible elevación del nivel del mar amenazaría con hacer desaparecer determinados emplazamientos turísticos actuales, como el levante y las Islas Baleares y sus infraestructuras, hasta hoy muy rentables

F) Sobre la salud humana

Entre las enfermedades vectoriales susceptibles de aumentar su incidencia en España la mayoría son las transmitidas por mosquitos como el dengue o la malaria, así como por garrapatas como la encefalitis, o la leptopirosis transmitida por plagas de roedores.

Las temperaturas extremas de muchas zonas plantean un riesgo muy alto de mortalidad en grupos de población sensibles como los mayores de 65 años o personas de salud comprometida con problemas respiratorios y cardiovasculares.

Por otra parte, la sequía prevista en muchas zonas en vías de desarrollo provocará un fuerte impacto en la salud de la población de las mismas con aumentos de síndromes diarreicos, daños en la producción alimentaria y sobre todo en la higiene.

Los inviernos más cálidos pueden causar un adelanto de la polinización y con ello aumentar las concentraciones de los alérgenos aumentando con ello la incidencia de rinitis alérgicas así como la intensidad y duración de sus síntomas.

Tendencias del cambio en el municipio de Las Rozas

En relación al municipio de las Rozas de Madrid, el análisis de las series históricas de datos de temperaturas medias disponibles tanto del I.N.M. como del propio municipio arrojaron los siguientes resultados (expresados gráficamente):

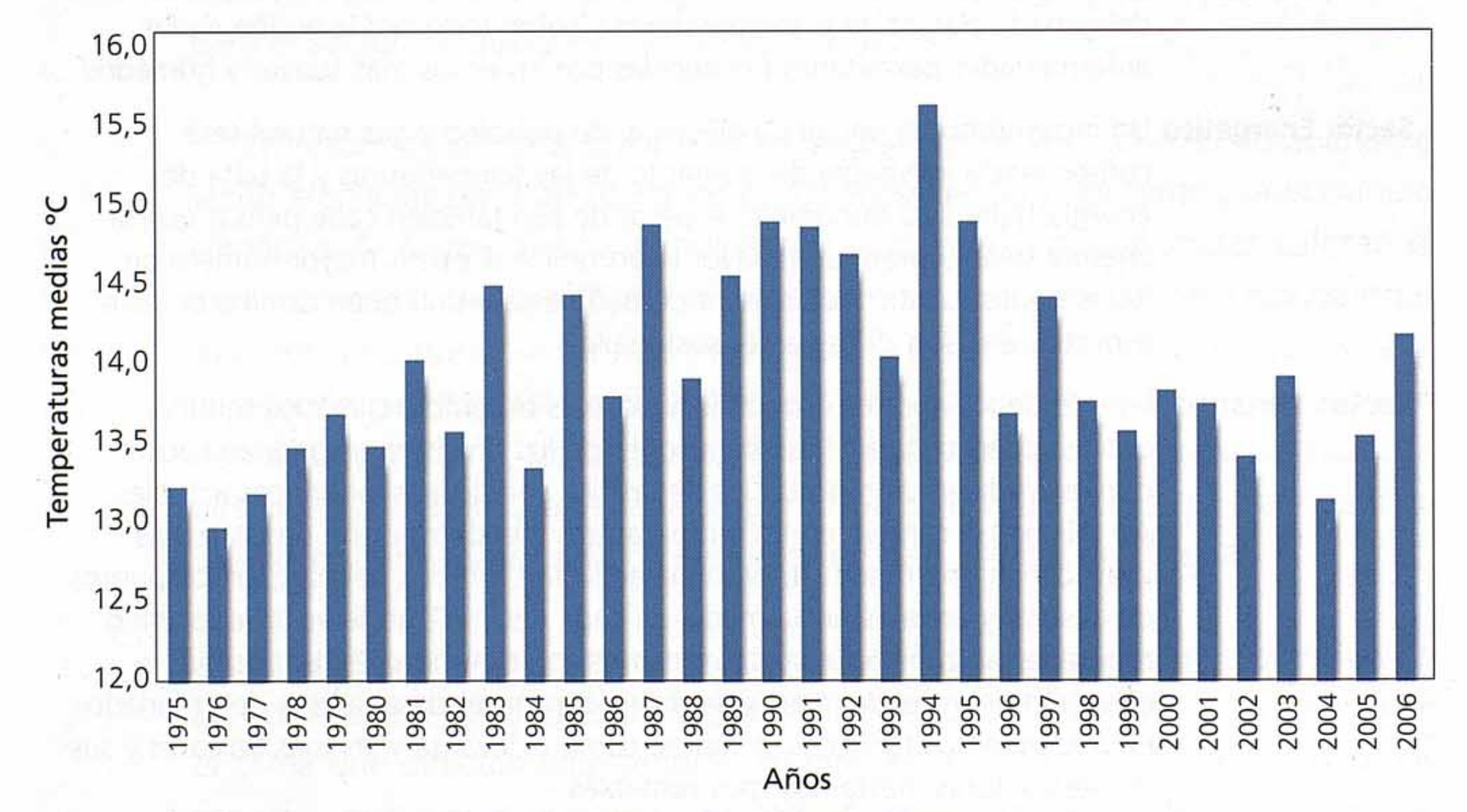


Diagrama de temperaturas medias en Las Rozas desde 1975 hasta 2006.

Vista de la A6 a su paso por el término municipal de Las Rozas de Madrid.

El mismo razonamiento se podría aplicar a cualquier otra variable climática con resultados similares (salvando las diferencias lógicas que aparecerían al tratarse de parámetros distintos).

Observándolos podemos obtener algunas apreciaciones, muy generales, de interés, como que desde 1975 hasta 1996, se aprecia una ligera tendencia al alza en las temperaturas medias del municipio, pero desde ese momento hasta la actualidad esa tendencia es menos apreciable. De hecho, si como ejercicio teórico pero carente de significación a efectos de establecer conclusiones reales, comparásemos dos series de 5 años, desde el año 1976 al 1980 y del 2001 al 2006 veríamos que en la primera, la temperatura media fue de 13.38 °C, mientras que en la segunda fue de 13,65 °C.

Por tanto, parece importante destacar que la variación de las variables climáticas debidas a causas naturales es normal, siempre ha habido años más cálidos y otros más fríos, unos más lluviosos y otros menos. El clima cambia, fluctúa y se reequilibra de forma natural a través del tiempo.

Pero esto no quiere decir que no exista, a escala global, un cambio climático, originado por el hombre, que parece innegable. Esto se aprecia, entre otros

muchos indicadores, estudiando las tendencias calculadas con series de datos mucho más largas que las utilizadas en este estudio. El problema de este cambio radica en que el hombre con sus actividades altera el clima muy rápidamente y no da tiempo a que el planeta recupere su equilibrio de forma natural.

De aquí la importancia que tiene que desde las instituciones públicas se potencie un seguimiento pormenorizado del clima (implementando redes de estaciones meteorológicas, como en el caso del municipio de Las Rozas) para comprender mejor sus mecanismos y la influencia que los seres humanos ejercemos sobre él.

AFRONTANDO LA LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO: OBJETIVOS Y ESTRATEGIAS

Objetivos en la lucha contra el cambio climático

La protección del planeta y el mantenimiento de su equilibrio ecológico exigen esfuerzos conjuntos de la sociedad. Para ello es necesario un compromiso político que vaya desde los ámbitos más globales hasta la aplicación de estas políticas en el entorno más local donde es más plausible la actuación que lleve a la conclusión de objetivos comunes como:

- *Activar la conciencia* sobre las causas y consecuencias del *cambio climático*.
- *Reducir el consumo* de los combustibles fósiles, fomentar el de las energías renovables y mejorar la eficiencia energética.
- *Promover la biodiversidad* y cuidar y extender las áreas protegidas y las zonas verdes. Planta un árbol.
- *Mejorar la calidad del agua* y su uso más eficiente.
- *Mejorar la calidad del suelo* y promover la agricultura y la silvicultura ecológicas.
- *Mejorar la calidad del aire* utilizando el transporte público.
- *Reducir el sobre-consumo*, incrementar el reciclaje y fomentar los productos eco-etiquetados y de comercio justo.

- *Regenerar las áreas degradadas* y cuidar de las mismas.
- *Promover la conservación y expansión de los sumideros forestales,* aumentando las plantaciones y reforestaciones, y en su caso, promoviendo los sistemas de defensa ante incendios y la selvicultura del carbono en las masas forestales.
- *Promover un compromiso universal* para buscar soluciones a un problema que a todos afecta.

Estrategias para afrontar el cambio climático a nivel global

La cooperación internacional es básica para un problema de dimensión global. Si bien la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y el Protocolo de Kyoto, junto con diversas asociaciones y otros planteamientos están marcando una forma de actuar en este problema. A pesar de que cada país utilizará un planteamiento distinto para realizar su aportación de hacer frente al cambio climático las medidas adoptadas aisladamente no serán suficientes. Cada país es solamente una parte del problema, siendo, en consecuencia necesario crear una visión internacional compartida de objetivos a largo plazo e instituir marcos internacionales que asistan a cada país a contribuir al logro de dichos objetivos comunes.

La Estrategia de acción internacional incluye elementos clave, como el *canje de emisiones, la cooperación tecnológica, medidas para reducir la despoblación forestal, adaptación, etc.* En ella los países más pobres son los más vulnerables al cambio climático y necesitarán el apoyo a una mejora de la información sobre las consecuencias del cambio climático y a la labor de investigación sobre nuevas variedades de cultivos que muestren mayor resistencia a las sequías y a las inundaciones, así como una mejora de las infraestructuras y sistemas de defensa entre otras estrategias regionales.

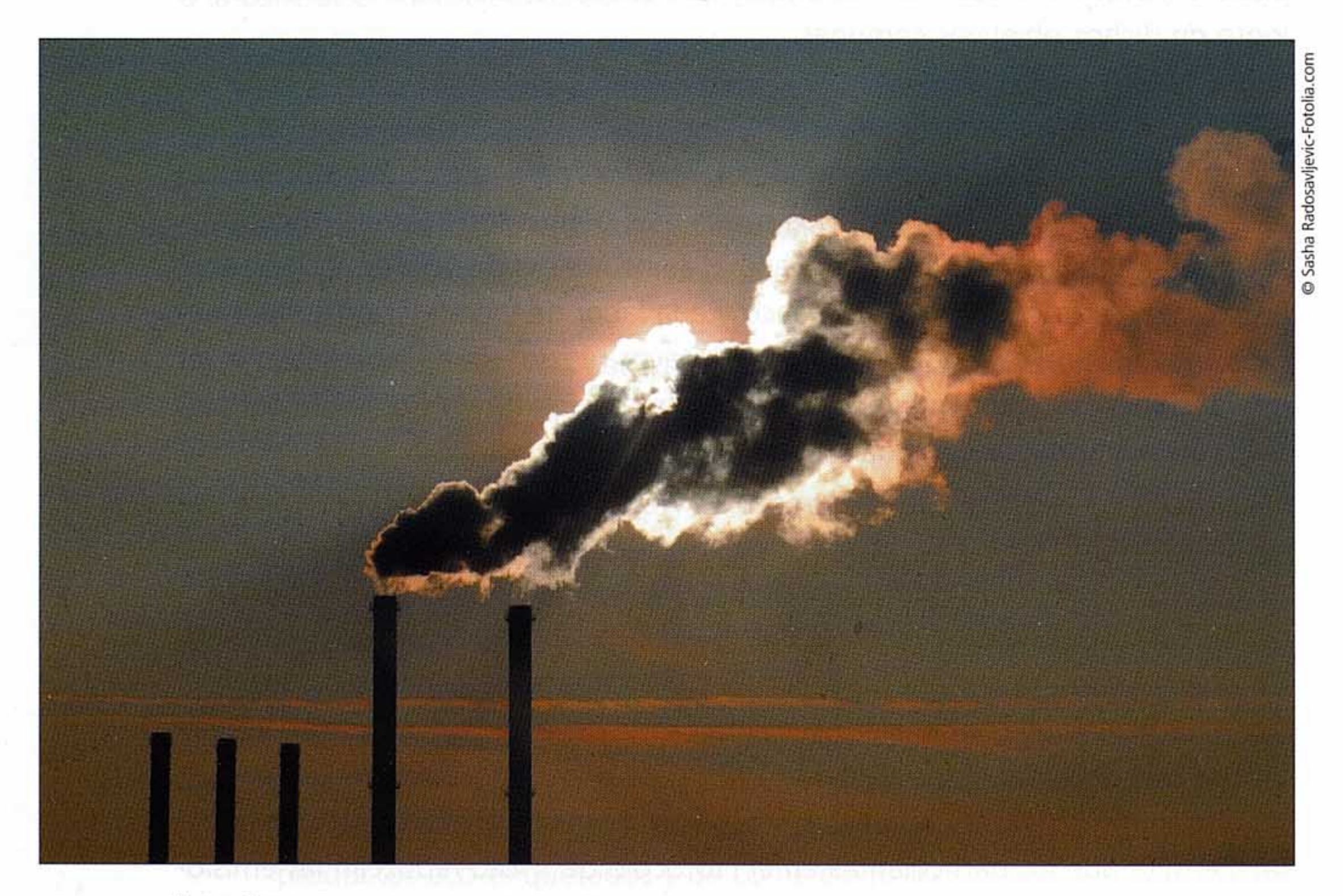
Protocolo de Kyoto

El Protocolo de Kyoto se inscribe dentro del Convenio Marco de Naciones Unidas (ONU) sobre Cambio Climático. Pide que los países industrializados —excepto los que no han firmado, ni ratificado el citado Protocolo— reduzcan sus emisiones de gases que contribuyen al calentamiento del globo en aproximadamente un 5% por debajo de los niveles de 1990 para el período 2008-2012. Los países adoptaron diferentes porcentajes objetivo dentro de este compromiso general. Permite que los participantes en el Protocolo de Kyoto reduzcan las emisiones en sus países de origen y/o beneficiarse de los llamados *mecanismos flexibles*

(Comercio de Emisiones, el Desarrollo Limpio y la Aplicación Conjunta), así como contabilizar el carbono absorbido por los llamados *sumideros* como los bosques o las tierras de cultivo. Se impondrán sanciones a aquellos países que no cumplan sus objetivos. Los países necesitarán haber hecho *progresos demostrables* para alcanzar sus objetivos, e incorporar la legislación al respecto.

En marzo de 2005, 141 partes del Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), entre ellos 37 países industrializados responsables de aproximadamente el 62 por ciento de las emisiones del grupo, habían ratificado el Protocolo de Kyoto.

Cuando la Federación de Rusia se unió al grupo, el umbral relativo a las emisiones de 55 por ciento fue superado y el Protocolo de Kyoto entró en vigor el 16 de febrero de 2005. Actualmente lo han ratificado 166 países o "Partes" de la Convención, llegando al 61,6% de las emisiones de CO_2 realizadas en 1990 por las Partes del Anexo I, incluidos todos los países desarrollados de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), y los países con economías en transición.



© Sasha Radosavljevic-Fotolia.com

Emisión de gases efecto invernadero.

Los compromisos de Kyoto son jurídicamente vinculantes y su incumplimiento puede dar lugar a la imposición de sanciones, por lo que el Protocolo no impone multas, aunque sí castigos, es decir, que su incumplimiento supondrá la reducción para cada estado en el siguiente período de la cantidad incumplida (en toneladas de CO_2) multiplicada por 1,3. Además podría ser sancionado a no poder acogerse a algunos de los mecanismos que facilitan la reducción.

Los países que sobrepasan el límite máximo de emisiones pueden comprar derechos de emisión a aquellos estados que no alcanzan el tope. También podrán 'descontarse' emisiones ayudando a países subdesarrollados con proyectos de cooperación, de eficiencia energética y de reducción de la contaminación. Y plantando una superficie boscosa que compense con sus emisiones de oxígeno las de CO_2.

El objetivo principal del Protocolo es reducir la emisión de seis gases efecto invernadero:

- el dióxido de carbono (CO_2),
- el metano, el óxido nitroso (N_2O),
- el hidrofluorocarbono (HFC),
- el perfluorocarbono (PPC) y
- el hexafluoruro de azufre (SF_6).

El dióxido de carbono que se produce al quemar combustibles fósiles es el factor que más influye en el cambio climático, aunque también ayudan el metano -que proviene principalmente de los fertilizantes utilizados en agricultura- y el óxido nitroso de los vehículos. Los otros tres gases están muy presentes en multitud de procesos industriales. La duración de los efectos de estos gases en la atmósfera es variable, por lo que se establecen una equivalencia con el efecto y permanencia del CO_2 en la atmósfera, y el resto se traducen a toneladas de carbono equivalentes en el mercado de emisiones.

Declaración de Río

Se trata de una proclamación hecha por la Conferencia sobre Medio Ambiente y Desarrollo de las Naciones Unidas y realizada en Río de Janeiro en junio de 1992. El fin de la declaración es establecer la cooperación entre los miembros para lograr acuerdos en las leyes y principios que promuevan el desarrollo sostenible. La declaración alberga distintas áreas como son: recursos naturales, impactos ambientales del desarrollo, protección de ecosistemas, internalización de costes ambientales, etc.

Convención Marco sobre Cambio Climático

La Convención se adoptó el 9 de mayo de 1992 en Nueva York, y más de 150 países y la Comunidad Europea la firmaron en la Cumbre sobre la Tierra de 1992 celebrada en Río de Janeiro. Su objetivo es la '*estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático.*' Contiene compromisos para todas las Partes y en virtud de la Convención, las Partes del Anexo I se comprometen a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero no controladas por el Protocolo de Montreal a los niveles de 1990. La Convención entró en vigor en marzo de 1994.

Instrumentos y estrategias para afrontar el cambio climático a nivel regional y nacional

La Unión Europea (UE)

La UE ha sido la región mundial propulsora del Protocolo de Kyoto. Y aunque éste proponía reducciones del 5%, la UE se marcó un objetivo de reducción del 8% ("reparto de la carga según nivel de desarrollo de los distintos países componentes de la Unión").

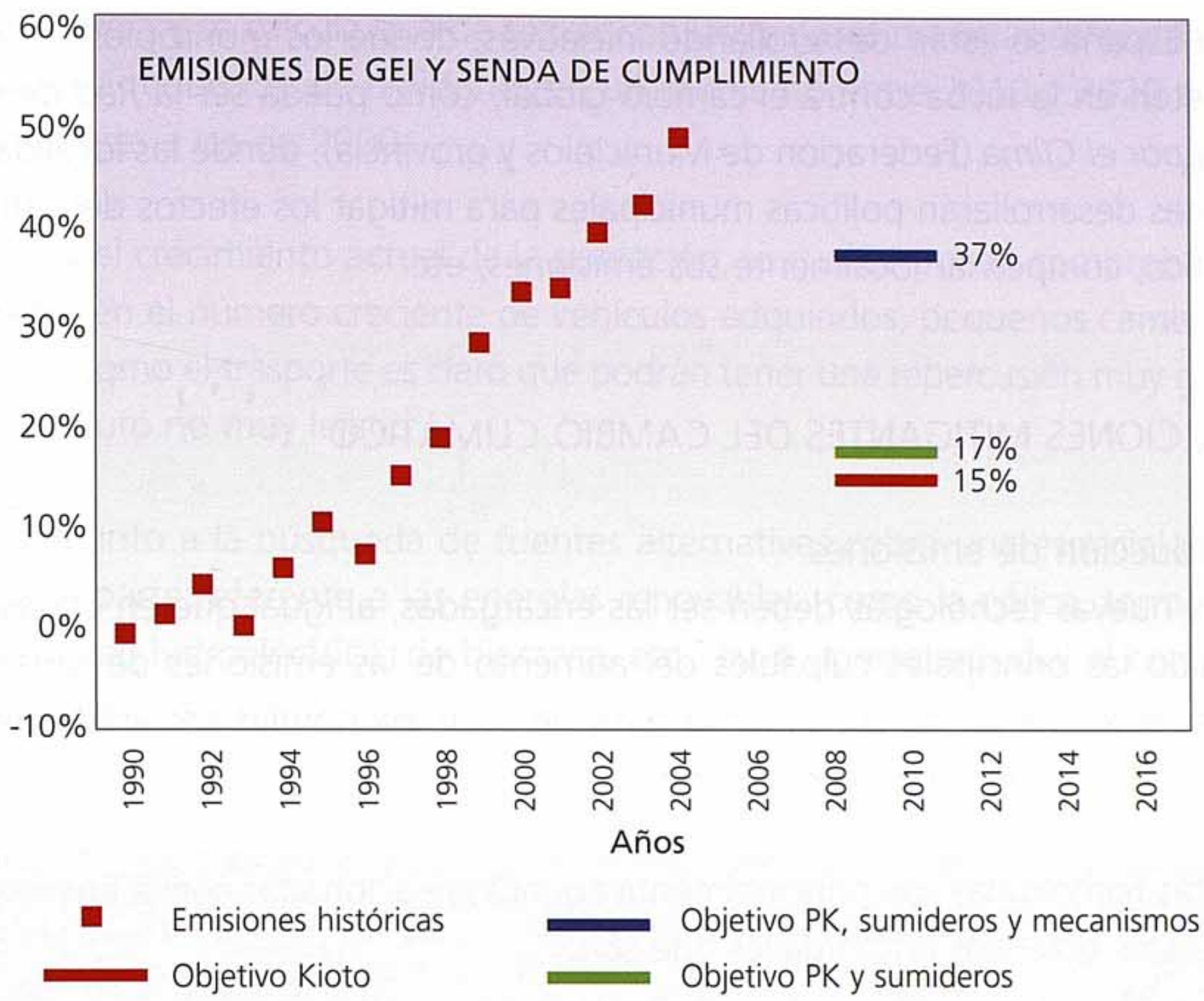
La respuesta europea tras la ratificación del Protocolo de Kyoto, fue la implantación del *Programa Europeo de Cambio Climático*, mediante el desarrollo en la *Directiva Comercio de Derechos de Emisión de Gases de Efecto Invernadero* y la *Directiva Mecanismos* (MDL y AC)

España

En España, con la entrada en vigor del protocolo, Las emisiones de los GEI no pueden crecer más de un 15% en 2008-2012 respecto a las de 1990. Sin embargo, a final de 2004 el crecimiento de las emisiones se situaba en el 48%.

El objetivo es reducir las emisiones de GEI preservando la competitividad y el empleo por lo que para ello entra también en marcha en España el Plan Nacional de Asignación de Derechos de Emisión 2008-2012, que permite emitir una determinada cantidad de gases a las instalaciones industriales españolas agrupadas por sectores. Pero si alguna de estas empresas supera su tope permitido, deberá comprar nuevos derechos de emisión en el mercado europeo.

También se implanta el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, con especial atención a la implantación de las energías renovables. Actualmente



Emisiones de CO_2 en España (GEI son los denominados gases efecto invernadero).

se está desarrollando la *ESTRATEGIA ESPAÑOLA DE CAMBIO CLIMÁTICO Y ENERGÍA LIMPIA: HORIZONTE 2012*, que permitirá definir un plan de actuación a nivel nacional, para desarrollarse más tarde regional y localmente.

Estrategias e instrumentos de acción a nivel local

Según el Inventario Nacional de emisiones, se puede concluir que todo lo que está relacionado con el ámbito urbano como las industrias de la construcción, la gestión de los residuos urbanos, el transporte, la quema de combustibles para producir electricidad, calefacción y agua caliente en el ámbito residencial, comercial e institucional, está implicado en el objetivo de estrategias para afrontar el cambio climático de una forma local.

Agenda 21, es un compendio de estrategias y programas detallados para parar y revertir los efectos de la degradación ambiental y promover el desarrollo adecuado y sustentable en todos los países a nivel local.

En España se están desarrollando iniciativas, donde los municipios se comprometen en la lucha contra el cambio global, como pueda ser la *Red de Ciudades por el Clima* (Federación de Municipios y provincia), donde las localidades adscritas desarrollarán políticas municipales para mitigar los efectos del cambio climático, compensar localmente sus emisiones, etc.

ACCIONES MITIGANTES DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Reducción de emisiones

Las nuevas tecnologías deben ser las encargadas, al igual que en el pasado han sido las principales culpables del aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero, de constituir la base de unas economías sostenidas en la menor emisión de carbono a la atmósfera.

Estas tecnologías son principalmente aquellas relacionadas con la energía en base a tres objetivos primordiales que son:

- La eficiencia, de forma que se continúen prestando los servicios que la sociedad necesita con la mínima energía posible, sobre todo en el campo de la electricidad y el transporte, así como la construcción que es donde se encuentra el mayor potencial de mitigación.

- La búsqueda de fuentes alternativas de energía como el gas natural u otras renovables como la solar que tengan menos emisiones de gases de efecto invernadero.

- El establecimiento de tecnologías añadidas capaces de retener el carbono en sus diferentes fases de transformación en energía, así como su almacenamiento posterior.

La responsabilidad de este progreso y la inversión mayoritaria debe recaer sobre los países desarrollados de la misma forma que aquellos países en desarrollo que presenten menos capacidades técnicas y económicas deberán recurrir a la transferencia de esta tecnología por parte de los primeros.

Muchas tecnologías, como el caso de las turbinas, los automóviles de motor híbrido o el almacenamiento subterráneo de dióxido de carbono, se están desarrollando actualmente con motivo de establecer una mayor eficiencia en el uso

de la energía y se calcula que de seguir con las mejoras previstas se podría conseguir una reducción de emisiones en un momento entre 2010 y 2020 a niveles inferiores a los de 2000.

Dado el crecimiento actual de la población, lo cual se puede comprobar, por ejemplo, en el número creciente de vehículos adquiridos, pequeños cambios en sectores como el trasporte es claro que podrán tener una repercusión muy grande en un futuro no muy lejano.

En cuanto a la búsqueda de fuentes alternativas cobra una especial importancia la parte referente a las energías renovables, como la eólica, termosolar, geotérmica, hidroeléctrica, de biomasa, etc., cuyo aporte mundial al comienzo de este siglo es ya de un 14%.

Los campos de energía eólica comienzan a ser habituales en el paisaje de país.

Otro campo de especial importancia en este aspecto es la llamada tecnología del hidrógeno, que ofrece un gran potencial para la generación de energía, con emisiones prácticamente nulas, para el transporte, uso de aparatos electrónicos portátiles, etc. No obstante, aún queda camino por recorrer con obstáculos tanto relacionados con el costo del desarrollo de la propia tecnología, como en materia de aceptación de los consumidores y empresas o en cuestión de normas y legislación asociadas.

Por otro lado, no se debe olvidar que en el camino que lleva a todo este proceso de actualización de las fuentes de energía y su utilización las emisiones de carbono continúan a unos ritmos que precisan de una política que favorezca el desarrollo de tecnologías capaces de la captación y el almacenamiento del dióxido de carbono.

Uno de los métodos más fáciles de captación se encuentra precisamente en aquellos lugares donde se genera en grandes cantidades, es decir, las centrales eléctricas, petrolíferas y grandes centros industriales. El método de captación puede ser previo a la combustión o posterior a la misma. Actualmente se lleva a cabo después de la combustión mediante una depuración cuyo problema es que consume una gran cantidad de energía y costo económico asociado. Es por ello que una captación previa sería más eficaz y menos costosa pero al mismo tiempo se trata de una tecnología que requeriría una reconversión total de las centrales eléctricas.

Otra forma es el almacenamiento del CO_2 en estructuras geológicas como las formaciones salinas profundas, las minas de carbón abandonadas o los depósitos de petróleo y gas agotados que en conjunto se estima que podrían retener centenares de miles de gigatoneladas de carbono. Los efectos de esta técnica no son necesariamente permanentes pero ofrecen un margen de actuación para desarrollar las otras opciones mencionadas con más seguridad.

No se debe olvidar en este aspecto el papel de los bosques y otros ecosistemas terrestres como eficaces sistemas mitigantes de las emisiones de gases de efecto invernadero. El desarrollo de estos sistemas, a parte de sus costos relativamente bajos y tecnologías ya existentes y ampliamente desarrolladas, es de los más asequibles a nivel local y tienen una gran aceptación en la sensibilización ambiental de la sociedad.

Es necesario además, para aumentar las capacidades de todas estas tecnologías establecer sistemas jerárquicos de observación capaces de cuantificar y supervisar las emisiones para mejorar la eficiencia energética, la retención de carbono geológico, terrestre y oceánico, y de otros gases de efecto invernadero.

CAMPO DE ACTUACIÓN	OPCIONES TECNOLÓGICAS A DESARROLLAR
Combustibles y energía basada en combustibles fósiles de baja emisión.	Energía con nivel 0 de emisiones, hidrógeno y otros productos de valor agregado Materias primas sólidas/carbón de alta eficiencia Sistemas de energía híbridos de pilas de combustible y gas de alta eficiencia
Hidrógeno	Producción de hidrógeno a partir de la fisión y fusión nuclear Sistemas integrados de energía del hidrógeno Producción de hidrógeno Almacenamiento y distribución del hidrógeno Uso del hidrógeno Seguridad del hidrógeno
Energía y combustibles renovables	Energía eólica Energía fotovoltaica solar Edificios con energía solar Concentración de la energía solar Conversión bioquímica de la biomasa Conversión termoquímica de la biomasa Residuos de la biomasa Cultivos energéticos Fotoconversión Energía hidroeléctrica avanzada Energía geotérmica
Energía nuclear	Investigación y desarrollo de las centrales existentes Sistemas de energía de fisión de la próxima generación Sistemas de plantas de energía nuclear a corto plazo Procesos avanzados del ciclo de combustibles nucleares Fusión nuclear

Opciones tecnológicas dirigidas a la reducción de las emisiones del suministro e infraestructura de la energía.
Fuente: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC).

CAMPO DE ACTUACIÓN	OPCIONES TECNOLÓGICAS A DESARROLLAR
Emisiones de metano resultantes de la energía y los desechos	Vertederos biorreactores anaeróbicos y aeróbicos Conversión del gas de vertederos a usos alternativos Tecnologías de generación de electricidad para el gas de vertederos Avances en los sistemas de recuperación del metano de las minas de carbón Avances en los sistemas de recuperación del metano de las minas de carbón Tecnología de medición y seguimiento de los sistemas de gases naturales
Emisiones de metano y óxido nitroso procedentes de la agricultura	Sistemas agrícolas avanzados para la reducción de las emisiones de óxido nitroso Opciones de reducción del metano para la gestión del estiércol Sistemas agrícolas avanzados para la reducción de emisiones entéricas
Emisiones de gases con alto potencial de calentamiento de la Tierra	Semiconductores: tecnologías de reducción Semiconductores: sustitutos de los procesos que producen gases con alto potencial de calentamiento de la tierra Semiconductores y magnesio: recuperación y reciclado Aluminio: emisiones de perfluorocarbono Sistemas de energía eléctrica y magnesio: sustitutos del SF6 Refrigeración de supermercados: emisiones de hidrofluorocarbono
Emisiones de óxido nitroso resultantes de la combustión y fuentes industriales	Tecnologías de reducción del óxido nitroso para la producción de ácido nítrico Tecnologías de reducción del óxido nitroso para el transporte
Emisiones de carbono negro y precursores del ozono troposférico	Tecnologías de reducción para las emisiones de carbono negro y precursores del ozono troposférico

Opciones tecnológicas dirigidas a la reducción de los efectos climáticos de los gases de efecto invernadero distintos del dióxido de carbono.
Fuente: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC).

CAMPO DE ACTUACIÓN	OPCIONES TECNOLÓGICAS A DESARROLLAR
Transporte	Vehículos ligeros: híbridos, eléctricos y con pilas de combustible Vehículos con combustibles alternativos Infraestructura inteligente de sistemas de transporte Aviación Autobuses públicos: tráfico urbano
Edificios	Equipo, maquinaria e iluminación Aislamiento, paredes, techos de los edificios Sistemas de edificios inteligentes Tecnologías de islas de calor urbano
Industria: conversión y utilización de la energía	Recuperación y utilización de los recursos Eficiencia del proceso industrial Tecnologías que favorezcan los procesos industriales

Opciones tecnológicas dirigidas a la reducción de las emisiones resultantes del uso de la energía.
Fuente: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC).

Promoción de tecnologías limpias y energías renovables.

Las fuentes renovables de energía pueden dividirse en dos categorías: no contaminantes o limpias y contaminantes. Las contaminantes (que son las realmente renovables) se obtienen a partir de la materia orgánica o biomasa y se pueden utilizar directamente como combustible (madera u otra materia vegetal sólida) o bien convertida en biodiésel o biogás mediante procesos de fermentación orgánica.

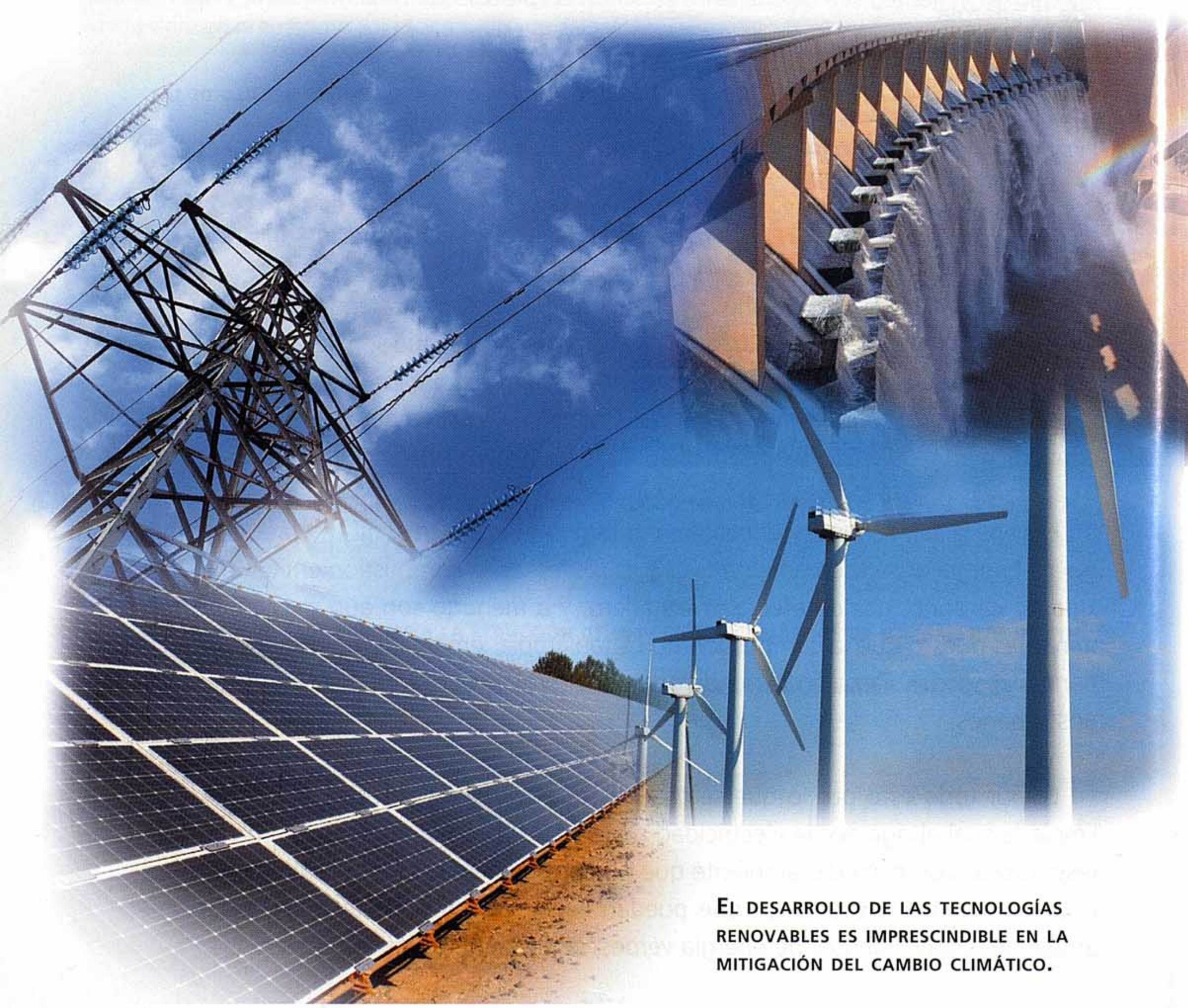
Las energías de fuentes renovables contaminantes tienen el mismo problema que la energía producida por combustibles fósiles: en la combustión emiten dióxido de carbono, gas de efecto invernadero, y a menudo son aún más contaminantes puesto que la combustión no es tan limpia, emitiendo hollines y otras partículas sólidas. También se puede obtener energía a partir de los residuos sólidos urbanos.

Es por todo esto por lo que se promueve la energía o electricidad verde o limpia la cual aboga por la electricidad generada a partir de fuentes de energía respetuosas con el medio ambiente que no contaminan. El modo de obtención o uso no emite subproductos que puedan incidir negativamente en el medio ambiente. Como fuentes de energía verdes, se encuentran las siguientes:

- Energía geotérmica procedente del calor de la Tierra.
- Energía solar procedente del Sol.
- Energía eólica procedente del viento.
- Energía hidráulica procedente de la fuerza del agua en ríos y corrientes de agua dulce.
- Energía mareomotriz procedente de mares y océanos.
- Energía procedente de la biomasa.

Conservación del suelo, la lucha contra la desertificación

La estabilidad estructural del suelo está comprometida, encontrándose una tendencia a la formación de costras y compactaciones. Las malas prácticas producen una disminución de la porosidad, la capacidad de infiltración y el contenido de



El desarrollo de las tecnologías renovables es imprescindible en la mitigación del cambio climático.

humedad del suelo, incrementándose las escorrentías superficiales y la capacidad erosiva. Todo esto favorece la erosión hídrica quedando los suelos decapitados al perder los horizontes superiores acumulándose los sedimentos en los embalses y lechos fluviales. Las laderas se descarnan, aumentando la pedregosidad superficial que hace aflorar la roca madre, con la consiguiente dificultad de la vegetación para adaptarse a esta nueva situación. De igual modo se produce la acentuación de los riesgos de movimientos en masa de las laderas, produciéndose hundimientos y acarcavamientos. La reserva hídrica de los suelos forestales se reducirá dificultando la superación de los episodios de sequía estival.

© Martin Bonnel-Fotolia.com

El avance del desierto es muy preocupante en la Península.

La deforestación es uno de los procesos más importantes que contribuyen a la degradación del medio, causando múltiples daños que van desde la pérdida de capacidad productiva de los suelos al aterramiento de embalses, potenciación de avenidas, pérdida de calidad de las aguas, etc. Este proceso es especialmente cambiante de año en año, tanto por la lógica evolución de la vegetación, natural o cultivada, como por la irregular distribución de la intensidad de las precipitaciones. El sobrepastoreo provoca la desaparición de la cubierta herbácea con un efecto negativo que va compactando el suelo y empeorando la impermeabilidad superficial que favorece la formación de láminas de agua y la creación de encostramientos superficiales.

La sequía es una de las consecuencias del cambio climático en la cuenca mediterránea.

Prácticas Agrarias

- Buenas prácticas de laboreo.
- Evitar mucho volteo para no romper la estructura del suelo.
- Trabajar en seco para evitar ruptura de los agregados.
- Evitar eliminar especies adaptadas.
- Plantas alóctonas/autóctonas.
- Sobreexplotación (barbecho).
- No a la quema de rastrojos.
- Invernaderos. Promover cultivos sin suelo.

Erosión Hídrica

- Cubierta vegetal para disminuir la velocidad del agua y su capacidad erosiva.
- Cultivo de suelos en pendiente (terrazas).
- Instaurar gaviones para evitar movimiento de laderas.
- Repoblar laderas para evitar colmatación de embalses.
- Plantación en laderas para retener el suelo y avance de montañas.

Erosión Antrópica (deforestación)

- Evitar pérdida calidad de las aguas.
- Evitar pérdida masa forestal y endemismos (erosión por impacto de lluvia).
- Acabar con el sobrepastoreo.
- Controlar la salinización (relación hídrica).
- Controlar el índice de refracción del suelo (albedo).
- Evitar la erosión eólica acentuada por pérdida de estrato arbóreo.
- Evitar aguas que provoquen acidificación, salinización y alcalinización.

Promoción de los sumideros forestales

Los bosques se consideran sumideros de carbono y desempeñan una función clave para la absorción del CO_2 atmosférico, que queda almacenado, tanto en sus tejidos como en el suelo en forma de materia orgánica viva, muerta o en proceso de descomposición.

Los productos forestales, mantienen fijado el carbono por períodos de tiempo muy variable desde meses a siglos.

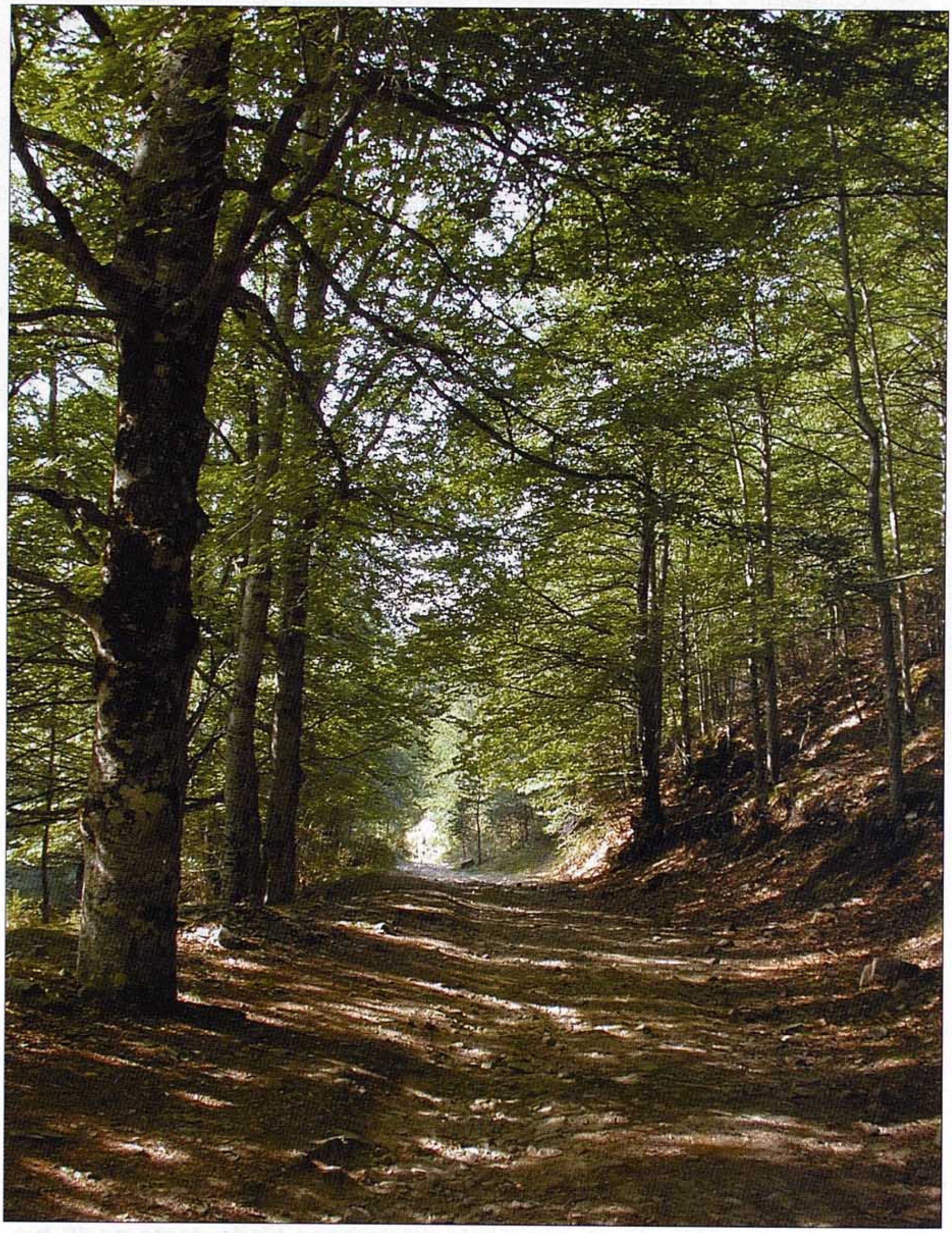
Los bosques desempeñan cuatro funciones principales en el cambio climático:

- Contribuyen a casi un sexto de las emisiones de carbono mundial cuando han sido desbrozados, explotados en exceso o degradados.
- Reaccionan sensiblemente a los cambios del clima.
- Cuando han sido sosteniblemente ordenados producen biomasa como una alternativa más benigna que los combustibles fósiles.
- Poseen el potencial de absorber un décimo de las emisiones mundiales de carbono previstas para la primera mitad de este siglo en sus biomasas, suelos y productos (como madera, corcho) y almacenarlos, en principio, a perpetuidad.

Las plantas, a través de la fotosíntesis absorben el CO_2 atmosférico para construir sus estructuras vegetales, liberando Oxígeno y participando así de una forma muy activa en el ciclo global del carbono.

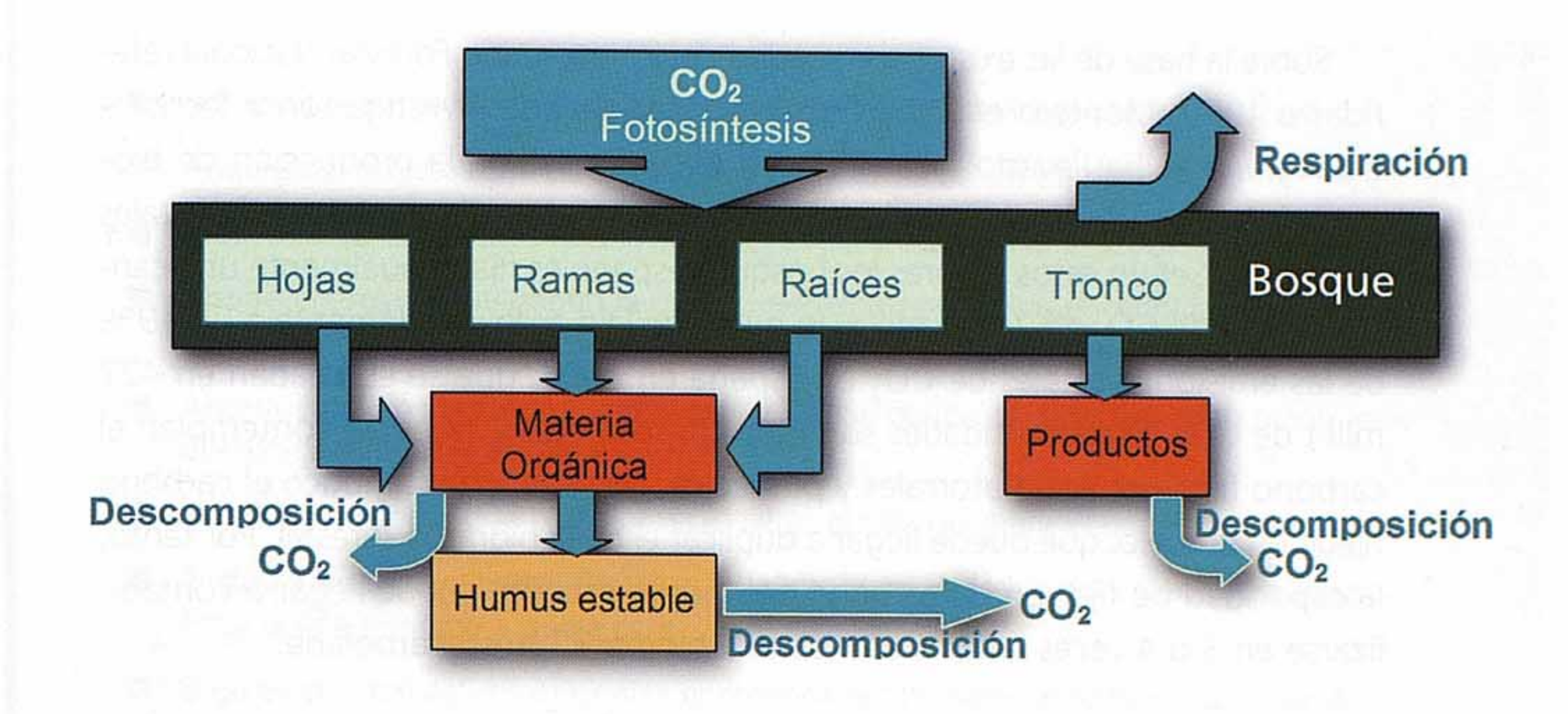
Es por ello que el monte debe considerarse como un instrumento estratégico para mitigar el cambio climático a través del carbono fijado, tanto en su biomasa, como en el suelo que los sustenta, las turberas y los manglares. El suelo

puede almacenar entre 1,5 y 2 veces más cantidad de carbono que la biomasa forestal. Resulta del mayor interés conocer con el máximo detalle posible los balances de carbono en los bosques y en los suelos forestales. De la misma manera las formas de gestión forestal inciden de manera importante en la capacidad de fijación del carbono.



© González-Amezúa

Las áreas naturales pueden llegar a fijar toneladas de carbono que podrían compensar determinado número de emisiones a nivel local y regional.



Ciclo del carbono en los bosques. Fuente: IPCC, Panel intergubernamental sobre el cambio climático.

Humedal de Las Rozas de Madrid.

Sobre la base de las existencias medias del 2º Inventario Forestal Nacional referidas a 1990, Montero et al., del Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria se ha llevado a cabo un estudio que estima la producción de biomasa (aérea y radical) y la fijación de CO_2 para las treinta y dos especies forestales españolas. Según estos autores los bosques españoles fijan anualmente una cantidad neta de CO_2 de 75,14 mill t, lo que equivale aproximadamente a un 19% de las emisiones totales de CO_2 en España en 2004, que se estimaban en 427 mill t de CO_2. Estas cantidades son muy conservadoras, pues no contemplan el carbono fijado en los matorrales y pastizales, no se analiza tampoco el carbono fijado en el suelo, que puede llegar a duplicar el de la biomasa forestal. Por tanto, la capacidad de fijación de carbono del monte español puede llegar a contabilizarse en 3 ó 4 veces la estimada para la biomasa forestal arbolada.

LA LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL ENTORNO DEL CIUDADANO

El cambio climático es un problema global, pero a pesar de ello, cada uno de nosotros es capaz mediante pequeños cambios en nuestro comportamiento diario de ayudar a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Esto no ha de suponer que nuestra calidad de vida se vea afectada, sino además, ayudándonos a ahorrar en nuestra economía personal.

CONSEJOS DE MITIGACIÓN SEGÚN EL ÁMBITO DE ACTUACIÓN

DOMÉSTICO

- Baja la calefacción y utiliza ropa para no tener que abusar de ella
- En invierno aísla la casa bajando las persianas y durante la noche, cerrando las cortinas evitarás pérdidas de calor
- En verano instala toldos, cierra las persianas y corre las cortinas durante el día, evitarás el calentamiento de la casa. Ventila la casa cuando el aire de la calle sea más fresco
- Elegir bombillas de bajo consumo y a la hora de comprar un electrodoméstico, fíjate en la energía y el agua que consumen y opta por los de calificación A
- Lava el coche con agua a presión o a mano y no con la manguera, ahorraras agua. Cuidado con los aceites del automóvil y su vertido
- Comprueba la presión de los neumáticos, ya que una mínima diferencia con lo correcto puede aumentar el consumo de combustible alrededor de un 5%
- A la hora de hacer obras en casa pon doble ventana y materiales de aislamiento buenos para evitar pérdida de calor

- No abras el frigorífico más de lo necesario, ni metas alimentos calientes en él
- Adquiere productos con poco envase y reutiliza las bolsas de compra
- Tapa la cazuela mientras cocinas, reducirás los consumos energéticos
- Ahorra energía no utilizando la que no necesites: bombillas encendidas sin necesidad, aparatos en stand-by, lavadora y lavaplatos siempre llenos, seca la ropa al aire, etc
- Ahorra agua: los grifos no deben gotear, usa el riego por aspersión y no manguera, dúchate en lugar de bañarte
- Recicla, y recuerda que el mejor reciclaje es el que generara el mínimo de residuos
- Recicla y reutiliza el papel. Reutiliza las caras blancas de los documentos impresos. Fotocopia e imprime a doble cara
- Elige electrodomésticos eficientes energéticamente, preferentemente de clase A
- Utiliza energías renovables, instalando equipos de climatización mediante placas solares térmicas en el hogar
- Para las instalaciones, mobiliario e incluso pequeños objetos; frente a materiales procedentes del refinamiento del petróleo (plástico) escoge preferentemente materiales naturales como la madera, y asegúrate es certificada la gestión forestal sostenible. Ya que aunque supongan pequeñas capturas de carbono, en conjunto estas capturas son muy beneficiosas en la lucha contra el cambio climático

URBANO

- Disfruta de la bicicleta en trayectos urbanos
- Evita utilizar el coche o si lo haces practica la conducción ecológica, que consiste entre otras medidas en llevar una velocidad constante, apaga el motor si estás parado o esperando
- Utiliza el trasporte público siempre que te sea posible
- Comparte el coche y el parking, coordinándote con familiares o amigos para ir juntos
- Consume productos de temporada y de producción local, que beneficien el mercado local y se minimice el gasto energético en su transporte
- Demanda energías renovables y bajos consumos en las instalaciones públicas
- No despilfarres el agua, y evita riegos de mala calidad que puedan contaminar los suelos y se puedan verter a cauces superficiales o a subterráneos
- Cuida las áreas verdes y parques forestales que rodean tu municipio. Los árboles de tu municipio, a través de su actividad fotosintética suponen un importante sumidero de CO_2
- Evita producir residuos también en las áreas públicas

Fuente: Comisión Europea. Recicla. Camina. Apaga. Baja. Cambia. 2006.

GLOSARIO

Parte de estos términos están basados en los glosarios publicados por el Tercer Informe de Evaluación del IPCC (IPCC, 2001a, b, c).

Actividades de aplicación conjunta (AAC) Fase piloto de la Aplicación conjunta, tal como se define en el Artículo 4.2 a) de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, que autoriza actividades conjuntas entre países desarrollados (y sus empresas) y entre países desarrollados y en desarrollo (y sus empresas). Las AAC están concebidas para que las Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático adquieran experiencia en actividades para proyectos ejecutados de forma conjunta. Las AAC no devengan ningún crédito durante la fase piloto. Aún se debe decidir sobre el futuro de los proyectos de AAC y su relación con los Mecanismos de Kyoto. Como una forma sencilla de permisos comercializables, las AAC y otros esquemas basados en el mercado, son mecanismos que potencialmente pueden estimular flujos adicionales de recursos para la mejora del medio ambiente mundial.

Albedo. El albedo es la cantidad, expresada en porcentaje, de radiación que incide sobre cualquier superficie y que ésta refleja. Las superficies claras tienen valores de albedo superior a las oscuras, y las brillantes más que las mates. El albedo medio de la Tierra es del 30-32% de la radiación que proviene del Sol. Es una medida de la tendencia de una superficie a reflejar radiación incidente.

Alud. Gran masa de nieve que se derrumba de los montes con violencia y estrépito.

Anemómetro. Instrumento que sirve para medir la velocidad o la fuerza del viento.

Antrópico. Procesos, acciones, materiales y formas resultantes de la actividad humana. En este sentido se considera al hombre como un agente geológico más, con capacidad de generar fenómenos que modifican la configuración de la geosfera.

Antropogénico. Material, rasgo, proceso, paisaje, etc., debido fundamentalmente a la actuación humana.

Atmósfera. Capa de gas que puede rodear un cuerpo celeste con la suficiente masa como para atraerlo si además la temperatura atmosférica es baja. Algunos planetas están formados principalmente de varios gases, y así tiene las atmósferas muy profundas. La atmósfera terrestre es la capa gaseosa que rodea a la Tierra. Está compuesta por nitrógeno (78,1%) y oxígeno (20,94%), con pequeñas cantidades de argón (0,93%), dióxido de carbono (variable, pero alrededor de 0,035%), vapor de agua, neón (0,00182%), helio (0,000524%), criptón (0,000114%), hidrógeno (0,00005%) y ozono (0,00116%).

Barlovento. Barlovento es la parte de donde viene el viento respecto a un punto determinado.

Barómetro. Un barómetro es un instrumento que mide la presión atmosférica. La presión atmosférica representa el peso por unidad de superficie ejercida por la atmósfera. Los barómetros son instrumentos fundamentales para medir el estado de la atmósfera y realizar predicciones meteorológicas. Las altas presiones se corresponden con buen tiempo mientras que las bajas presiones son indicadores de regiones de tormentas y borrascas.

Biocombustible. Combustible producido a partir de material seco orgánico o aceites combustibles producidos por plantas. Entre los ejemplos de biocombustibles se encuentran el alcohol (a partir de azúcar fermentado), el licor negro proveniente del proceso de fabricación de papel, la madera y el aceite de soja.

Biomasa. Masa total de organismos vivos en una zona o volumen determinado. Constituye la parte del sistema terrestre que comprende todos los ecosistemas y organismos vivos en la atmósfera, en la tierra (biosfera terrestre), o en los océanos (biosfera marina), incluida materia orgánica muerta derivada (por ejemplo, basura, materia orgánica en suelos y desechos oceánicos).

Boreal. El Norte o septentrión (o boreal) es uno de los cuatro puntos cardinales. Se considera donde la meridiana corta al horizonte pero en sentido hacia el Polo Norte geográfico. En el hemisferio Norte, se corresponde con el punto del horizonte cuya perpendicular pasa por la Estrella Polar.

Bromuro. Combinación del bromo con un radical simple o compuesto. Varios bromuros se usan como medicamentos.

Caducifolio. Se refiere a los árboles o arbustos que pierden su follaje durante una parte del año, la cual coincide en la mayoría de los casos con la llegada de la época desfavorable, la estación más fría en los climas templados o polares. Sin embargo, algunos pierden el follaje durante la época seca del año en los climas áridos.

Capa de ozono. La capa de la estratosfera contiene una capa en que la concentración del ozono es mayor, y que se denomina capa de ozono. Esta capa tiene una extensión de 12 a 40 Km. La concentración de ozono alcanza un máximo entre 20 y 25 Km. Esta capa se está agotando debido a emisiones de compuestos con cloro y bromuro debidas a la actividad humana. Cada año, durante la primavera del Hemisferio Sur, se produce un importante agotamiento de la capa de ozono en la región antártica, al que también contribuyen los compuestos con cloro y bromuro derivados de la actividad humana, junto con las condiciones meteorológicas de esta zona. Este fenómeno se denomina el agujero del ozono.

Cencellada. Se denomina escarcha y es la capa de hielo cristalino que se forma sobre superficies expuestas a la intemperie y que se han enfriado lo suficiente como para provocar la congelación del rocío o del vapor de agua contenido en el aire. Se produce cuando existe niebla o bruma en un aire cuya temperatura es menor a 0 °C, cuando el punto de rocío está por debajo del de congelación. Existen, entonces, en el seno de la niebla y de las nubes, muchas gotitas en estado de sobrefusión, cuando normalmente debieran haberse ya congelado. Ese estado anormal cesa cuando las gotitas entran en contacto con alguna superficie sólida (el suelo, las hojas de las plantas, los techos, etc.), sobre la cual se congelan entonces rápidamente en forma de cristales muy pequeños y brillantes, separados por inclusiones de aire.

CFC. Es cada uno de los derivados de los hidrocarburos saturados obtenidos mediante la sustitución de átomos de hidrógeno por átomos de cloro y flúor. Debido a su alta estabilidad físico-química han sido muy usados como líquidos refrigerantes, agentes extintores y propelentes para aerosoles.

Circulación termohalina. Circulación a gran escala impulsada por la densidad en el océano, causada por las diferencias en temperatura y salinidad. En el Atlántico Norte, la circulación termohalina consiste en el flujo de agua cálida en la superficie, hacia el Norte, y de agua fría en profundidad, que se desplaza hacia el Sur, lo que resulta en un transporte neto de calor hacia el polo. El agua de la superficie se hunde en algunas regiones muy confinadas localizadas en altitudes altas.

Clima. El clima es el conjunto de los valores promedio de las condiciones atmosféricas que caracterizan una región. Estos valores promedio se obtienen con la recopilación de la información meteorológica durante un periodo de tiempo suficientemente largo. Según se refiera al mundo, a una zona o región, o a una localidad concreta se habla de clima global, zonal, regional, clima local o microclima respectivamente.

Climatología. Conjunto de las condiciones propias de un determinado clima.

Climodiagrama. Forma física de representar el clima de una región, que facilita la comparación de localidades distintas poniendo en evidencia rápidamente las diferencias y similitudes climáticas.

Cloro. Elemento químico de núm. atóm. 17. Muy abundante en la corteza terrestre, se encuentra en forma de cloruros en el agua de mar, en depósitos salinos y en tejidos animales y vegetales. Gas de color verde amarillento y olor sofocante, es muy venenoso, altamente reactivo y se licua con facilidad. Se usa para blanquear y como plaguicida, en la desinfección de aguas y en la industria de los plásticos. (Símb. Cl).

Corriente de Golfo. La Corriente del Golfo es una corriente oceánica que desplaza una gran masa de agua cálida procedente del Golfo de México y que se dirige al Atlántico Norte. Alcanza una profundidad de unos 100 m. y una anchura de más de 1000 km. en gran parte de su larga trayectoria, lo que da una idea aproximada de la enorme cantidad de energía que transporta y de las consecuencias tan beneficiosas de la misma. Se desplaza a 1,8 m/s, aproximadamente y su caudal es enorme: unos 80 millones de m^3/s.

Corriente de Humboldt. La Corriente de Humboldt, también conocida como corriente costera del Perú luego de un acuerdo entre Chile, Colombia, Ecuador y el Perú, es una corriente de aguas frías procedente del Océano Glacial Antártico que fue descrita por el científico Alexander Von Humboldt. Corre principalmente a lo largo del litoral peruano provocando la anomalía térmica detectada por este naturalista, que consiste en una temperatura media de las aguas inusualmente baja para regiones de latitudes intertropicales y subtropicales.

Criosfera. Conjunto de localidades donde las temperaturas son durante todo el año extremadamente bajas y, frecuentemente, están cubiertas de nieves perpetuas. Pertenecen a ella las zonas polares y las de alta montaña.

Desertificación. Degradación de las tierras en zonas áridas, semiáridas, y zonas subhúmedas secas como resultado de diversos factores, que incluyen variaciones climatológicas y actividades humanas. Además, la Convención de las

Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación define la degradación de las tierras como una reducción o pérdida, en áreas áridas, semiáridas, y subhúmedas secas, de la productividad biológica o económica y la complejidad de las tierras de cultivo regadas por lluvia o por aspersión, pastizales, pastos, bosques y zonas boscosas como resultado del uso de las tierras o de un proceso o una serie de procesos determinados, entre los que se incluyen los producidos por actividades humanas y pautas de asentamiento.

Desertización. Desertización se entiende al proceso, normalmente cíclico (regular o anárquico), por el que un territorio con condiciones climáticas más húmedas, pasa al otro hemiciclo menos húmedo (de zona árida, semiárida o subhúmeda seca). Esto puede suceder como resultado de un embancamiento de vías de escurrimiento que alimentan el sistema hidrológico y de los pulsos cíclicos de altísimas o bajísimas temperaturas que provocan la destrucción de la cubierta vegetal. Para que exista "desertización" debe haber un ciclo de contracción y de expansión de la aridez. Las causas son mayoritariamente naturales.

Diagrama ombrotérmico. Diagrama pluviométrico en el que las temperaturas medias mensuales y las precipitaciones mensuales se llevan a las ordenadas, de modo que 1 °C se corresponde con 2 mm de precipitación. Las superficies comprendidas entre las curvas térmica y pluviométrica corresponden en su proyección sobre el eje de abscisas a los periodos de sequía.

Dióxido de carbono (CO_2). CO_2 equivalente es la concentración de dióxido de carbono que podría causar el mismo grado de forzamiento radiativo, que una mezcla determinada de dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero.

Endemismo. Un endemismo es una especie biológica exclusiva de un lugar, área o región geográfica y no se encuentra en ninguna otra parte del mundo. El endemismo es un término utilizado en biología para indicar la tendencia de plantas y animales a permanecer en un ámbito territorial reducido. Por ello, cuando se indica que una especie es endémica de cierta región, se quiere decir que sólo es posible encontrarla en ese lugar. Por consiguiente, se puede concluir que el endemismo es la tendencia de algunas plantas y animales a limitarse de manera natural a una zona determinada, dentro de la cual se dice que son endémicos.

Energía primaria. Energía contenida en recursos naturales (carbón, petróleo crudo, luz solar, uranio) que no han sido objeto de ninguna conversión o transformación antropogénica.

Energías renovables. Fuentes de energía que son sostenibles, dentro un marco temporal breve si se compara con los ciclos naturales de la Tierra, e incluyen tecnologías no basadas en el carbono, como la solar, la hidrológica y la eólica, además de las tecnologías neutras en carbono, como la biomasa.

Fisiografía. Estudio de las formas físicas de la Tierra, de sus causas y las relaciones entre ellas.

Esclerófilo. Esclerófilo es un tipo de vegetación que posee hojas duras e internodos cortos (los internodos son las distancias entre las hojas y el pedúnculo). Las plantas esclerófilas se hallan en todo el mundo, pero son típicas de Australia. También se encuentran en los biomas de los bosques mediterráneos, que cubren la Cuenca del Mediterráneo, los bosques de California, el matorral de Chile y la Provincia del Cabo de Sudáfrica.

Estación meteorológica. Lugar en el que se efectúan observaciones meteorológicas.

Evapotranspiración. Conjunto de pérdidas de agua, en forma de vapor, de la vegetación y de la superficie del suelo hacia la atmósfera. Surge ante la dificultad de separar la transpiración de la evaporación propiamente dicha, procesos que se influyen mutuamente.

Fotosíntesis. Proceso por el que las plantas absorben dióxido de carbono (CO_2) del aire (o bicarbonato del agua) para producir carbohidratos, emitiendo oxígeno (O_2) en el proceso. Existen varias vías para fotosíntesis con diferentes respuestas a las concentraciones atmosféricas de CO_2.

Gota fría. Una gota fría es una borrasca de gran potencia que causa fuertes lluvias y fuertes vientos. La gota fría, que conserva su giro ciclónico, se convierte en una baja presión en altura, lo que produce inestabilidad y favorece la convección. La gota fría será más importante cuanto mayor sea la temperatura del sustrato, tierra o mar, ya que el vapor de agua asciende repentinamente arrastrado por la inestabilidad y condensándose, formando rápidamente nubes no muy extensas pero de más de 10 km en altura.

Hexafluoruro de azufre (SF_6). Es otro de los seis gases de efecto invernadero que se intenta reducir en el marco del Protocolo de Kyoto. Se utilizan bastante en la industria pesada para el aislamiento de equipos de alto voltaje y como ayuda para la fabricación de sistemas de enfriamiento de cables.

Hidrofluorocarbonos (HFC). Se producen de manera comercial como sustituto de los clorofluorocarbonos. Los HFC se utilizan sobre todo en refrigeración y fabricación de semiconductores.

Hidrometeoro. Meteoro producido por el agua en estado líquido, sólido y de vapor.

Humedad. Se denomina humedad ambiental a la cantidad de vapor de agua presente en el aire. Se puede expresar de forma absoluta mediante la humedad absoluta, o de forma relativa mediante la humedad relativa o grado de humedad.

Humedad absoluta. Es la cantidad de vapor de agua presente en el aire, se expresa en gramos de agua por kilogramos de aire seco (g/kg), gramos de agua por unidad de volumen (g/m^3) o como presión de vapor (Pa o KPa o mmHg). A mayor temperatura, mayor cantidad de vapor de agua permite acumular el aire.

Humedad relativa. Es la humedad que contiene una masa de aire, en relación con la máxima humedad absoluta que podría admitir sin producirse condensación, conservando las mismas condiciones de temperatura y presión atmosférica. Esta es la forma más habitual de expresar la humedad ambiental. Se expresa en tanto por ciento.

Impactos (climáticos). Consecuencias del cambio climático en sistemas humanos y naturales. Según la medida de la adaptación, se pueden distinguir impactos potenciales e impactos residuales. Impactos potenciales: todos los impactos que pueden suceder dado un cambio proyectado en el clima, sin tener en cuenta las medidas de adaptación. Impactos residuales: son los impactos del cambio climático que pueden ocurrir después de la adaptación.

Latitud. Se denomina latitud a la distancia angular, medida sobre un meridiano, entre la línea ecuatorial y el paralelo de una localización terrestre (o de cualquier otro planeta). Se mide en grados. Si el punto pertenece al hemisferio norte es positiva y negativa para el hemisferio sur. Varia entre 0° y 90° norte y entre 0° y - 90° sur.

Malaria. La malaria también denominada fiebre palúdica o paludismo, es una enfermedad producida por parásitos del género Plasmodium. Es la primera causa de enfermedades debilitantes, con más de 200 millones de casos cada año en todo el mundo. Las especies reconocidas como causantes de la enfermedad son P. falciparum, la especie más patógena y responsable de los casos mortales (provoca alrededor del 80 % de los casos y aprox. el 90% de las muertes), y P. vivax, pero P. ovale (no mata pero puede provocar recaídas a los 4 o 5 años después de la primera infección). El vector de la malaria humana es la hembra del mosquito Anopheles.

Mecanismos de Kyoto. Mecanismos económicos basados en principios del mercado que las partes en el Protocolo de Kyoto pueden utilizar en un intento por atenuar los impactos económicos potenciales de los requisitos de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Mecanismo para un desarrollo limpio (CDM). Definido en el Artículo 12 del Protocolo de Kyoto, el Mecanismo para un desarrollo limpio intenta cumplir dos objetivos: 1) ayudar a las Partes no incluidas en el Anexo I a lograr un desarrollo sostenible y contribuir al objetivo último de la Convención; y 2) ayudar a las Partes incluidas en el Anexo I a dar cumplimiento a sus compromisos cuantificados de limitación y reducción de emisiones. En el marco de proyectos del Mecanismo para un Desarrollo Limpio emprendidos por países no incluidos en el Anexo I para limitar o reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, se pueden otorgar al inversor (gobierno o industria) en las Partes en el Anexo B Unidades de Reducciones Certificadas de Emisiones, si esas reducciones están certificadas por entidades operativas designadas por la Conferencia de las Partes/ Reunión de las Partes. Una parte del producto de las actividades de proyectos certificadas se utiliza para cubrir gastos administrativos, y a ayudar a Partes que son países en desarrollo y son especialmente vulnerables a los efectos adversos del cambio climático, para que sufraguen los costos de adaptación.

Metano. Primero de la serie de los hidrocarburos alifáticos. Es un gas incoloro, producido en las minas de carbón, y se desprende del cieno de algunos pantanos. Mezclado con el aire es inflamable y se llama grisú. (CH_4).

Meteorología. La meteorología es la ciencia que estudia el estado del tiempo y los meteoros en la atmósfera terrestre. Incluye el estudio de las variaciones diarias de las condiciones atmosféricas, el estudio de las propiedades eléctricas, ópticas y otros de la atmósfera, la variación de los elementos meteorológicos cerca de la tierra en un área pequeña y otros muchos fenómenos.

Mitigación. Intervención antropogénica para reducir las fuentes o mejorar los sumideros de gases de efecto invernadero.

Orografía. Parte de la geografía física que trata de la descripción de las montañas. Conjunto de montes de una comarca, región, país, etc.

Óxido nitroso. Es un potente gas de efecto invernadero emitido con los usos de cultivos en tierras, especialmente el uso de fertilizadores comerciales y orgánicos, la combustión de combustibles fósiles, la producción de ácido nítrico, y la combustión de biomasa.

Ozono (O_3). Estado alotrópico del oxígeno, producido por la electricidad, de cuya acción resulta un gas muy oxidante, de olor fuerte a marisco y de color azul cuando se licua. Se encuentra en muy pequeñas proporciones en la atmósfera después de las tempestades.

Perfluorocarbono. Es un subproducto de la fundición del aluminio y del enriquecimiento del uranio. También sustituye a los clorofluorocarbonos en la fabricación de semiconductores. El Potencial de calentamiento mundial de los PFC es 6.500–9.200 veces superior al del dióxido de carbono.

Pluviometría. Medida de las precipitaciones caídas en una localidad o región durante un tiempo dado.

Precipitación. En meteorología, la precipitación es cualquier forma de agua que cae del cielo. Esto incluye lluvia, nieve, neblina y rocío. Es una parte importante del ciclo hidrológico y es responsable por depositar agua fresca en el planeta. La precipitación es generada por las nubes, cuando alcanzan un punto de saturación; en este punto las gotas de agua creciente (o pedazos de hielo) se forman y caen al suelo por gravedad.

Programa 21 local. Serie de planes locales para el medio ambiente y el desarrollo, que cada autoridad local debe desarrollar a través de un proceso consultivo con sus comunidades, asignando particular atención en la participación de jóvenes y mujeres. Muchas autoridades locales han desarrollado Programas 21 locales a través de procesos consultivos como medios para reorientar sus políticas, planes, y operaciones hacia la consecución de objetivos para desarrollo sostenible. El término se ha copiado del Capítulo 28 del Programa 21—el documento aprobado formalmente por todos los representantes de los gobiernos que asistieron a la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio ambiente y Desarrollo (también conocida como la Cumbre sobre la Tierra) celebrada en Río de Janeiro en 1992.

Punto de rocío. Límite de temperatura por debajo del cual el vapor, con la frialdad de la noche, se condensa en la atmósfera en muy menudas gotas, las cuales aparecen luego sobre la superficie de la tierra o sobre las plantas.

Sotavento. Término marino que indica la dirección opuesta a la señalada por los vientos dominantes.

Temperatura. La temperatura es un parámetro termodinámico del estado de un sistema que caracteriza el calor, o transferencia de energía.

Termómetro. Instrumento que sirve para medir la temperatura.

Trópico. Cada uno de los dos círculos menores que se consideran en la esfera celeste, paralelos al Ecuador y que tocan a la Eclíptica en los puntos de intersección de la misma con el coluro de los solsticios. El del hemisferio boreal se llama trópico de Cáncer, y el del austral, trópico de Capricornio. Están representados con cada uno de los dos paralelos del globo terrestre que se corresponden con los dos de la esfera celeste y distan del Ecuador 23° 27' Norte y Sur, respectivamente.

Tundra. La tundra es un terreno abierto y llano, de clima subglacial y subsuelo helado, falta de vegetación arbórea; suelo cubierto de musgos y líquenes, y pantanoso en muchos sitios. Se extiende principalmente por el hemisferio norte, como en Siberia, Alaska, norte de Canadá, sur de Groenlandia, costa ártica de Europa.

Variabilidad del clima. La variabilidad del clima se refiere a las variaciones en el estado medio y otros datos estadísticos (como las desviaciones típicas, la ocurrencia de fenómenos extremos, etc.) del clima en todas las escalas temporales y espaciales, más allá de fenómenos meteorológicos determinados. La variabilidad se puede deber a procesos internos naturales dentro del sistema climático (variabilidad interna), o a variaciones en los forzamientos externos antropogénicos (variabilidad externa).

Vector. En epidemiología y ecología se llama vector a un mecanismo, generalmente un organismo, que transmite un agente infeccioso o infestante desde los individuos afectados a otros que aún no portan ese agente. Por ejemplo los mosquitos de la familia culícidos son vectores de diversos virus y protistas patógenos. La mayor parte de los vectores son insectos hematófagos.

Vientos. El viento es el movimiento del aire. Los vientos globales se generan como consecuencia del desplazamiento del aire desde zonas de alta presión a zonas de baja presión, determinando los vientos dominantes de un área o región. Aún así hay que tener en cuenta numerosos factores locales que influyen o determinan los caracteres de intensidad y periodicidad de los movimientos del aire.

BIBLIOGRAFÍA

AGENCIA EUROPEA DE MEDIO AMBIENTE (EEA). 2005. *Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en Europa.* Copenhague, Dinamarca.

ÁLVAREZ M., CIRUJANO, S., MOLINA J., RIOLOBOS P., RUBIO A., SORIANO O., VELASCO J.L., VICENTE, J.. 2005. Las *Lagunas de Las Rozas de Madrid.* Ed. Excmo. Ayuntamiento de Las Rozas de Madrid. Madrid, España. 180 p.

BOUHOT-DELDUC, L. 2005. Bilan *de la santé des forêts (France) en 2004. Dynamique des populations de la processionnaire du pin et extension de son aire de colonisation de 1981 à 2004 en France.* Ministère de l'agriculture, de l'alimentation, de la pêche et de la ruralité.

CIRUJANO, S., LÓPEZ, N., DE LA CRUZ, M., VICENTE, J. 2005. *El Paisaje Vegetal de Las Rozas de Madrid.* Ed. Excmo. Ayuntamiento de Las Rozas de Madrid. Madrid, España. 154 p.

CLIMATE CHANGE SECRETARIAT (UNFCCC). 1992. *Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo – CNUMAD (Cumbre de la Tierra o Cumbre de Río).* Río de Janeiro, Brasil.

CLIMATE CHANGE SECRETARIAT (UNFCCC). 2004. *Los diez primeros años. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.* Ed. UNFCC, colabora Ministerio Medio Ambiente. Bonn, Alemania.

COPLACO. 1979. *Climatología básica de la subregión de Madrid.* Ed. M.O.P.U. Madrid, España. 261 p.

COMISIÓN EUROPEA. 2006. *Recicla. Camina. Apaga. Baja. Cambia.*

DÉMOLIN, G. 1969. *Bioécologie de la Processionnaire du Pin Thaumetopoea pityocampa Schiff. Incidences des facteurs climatiques.* Boletín del Servicio de Plagas Forestales, 23, 1-13.

GANDULLO, M. 1994. *Climatología y ciencia del suelo*. Ed. Fundación Conde del Valle de Salazar, Escuela Técnica Superior de Ingeniero de Montes. Madrid, España. 408 p.

GANDULLO, M., BLANCO A. 2000. *Ecología vegetal.* Ed. Fundación Conde del Valle de Salazar, Escuela Técnica Superior de Ingeniero de Montes. Madrid, España. 206 p.

GRUPO INTERGUBERNAMENTAL DE EXPERTOS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO. 2001. *Tercer Informe de Evaluación Cambio climático 2001: Impactos, adaptación y vulnerabilidad*. Ed. Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Ginebra, Suiza.

HERNÁNDEZ, R., MARTÍN, E., CAÑADA, J.F., PÉREZ, V., ZORRILLA, F., IBARRA, N. *2003. La procesionaria del pino. Thaumetopoea pityocampa Den. & Schiff. Lepidóptero, Fam. Thaumetopoeidae.* (CD-ROM). Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón. Dirección General del Medio Natural. Zaragoza, España.

IPCC, 2000B: LAND USE, LAND-USE CHANGE, AND FORESTRY. A SPECIAL REPORT OF THE IPCC. 2000. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. 2007. *Generación de escenarios regionalizados de cambio climático para España.*

MONTOYA R., HERNÁNDEZ R., PÉREZ V., MARTÍN E. 2002. *Procesionaria del pino Thaumetopoea pitycampa Den. & Schiff.* Ed. Dirección General del Medio Natural del Gobierno de Aragón. Servicio de Estudios, Coordinación y Defensa contra Incendios Forestales. Informaciones técnicas 2/2002. Zaragoza, España.

NACIONES UNIDAS. 1998. *Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.*

RED ESPAÑOLA DE CIUDADES POR EL CLIMA. 2006. *Estrategias prácticas a favor del clima*. Ed. Federación Española de Municipios y Provincias. Madrid, España.

ROMANYK, N., CADAHIA, D. *(Coords).* 2001. *Plagas de insectos en las masas forestales.* Ed. Mundi-Prensa Libros S.A. Madrid, España. 336 p.

SERRANO, F., DE LA HORRA, J.L. 2006. *Los suelos de Las Rozas de Madrid*. Ed. Excmo. Ayuntamiento de Las Rozas de Madrid. Madrid, España. 144 p.

STERN N., 2006. *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Cabinet Office - HM Treasury. Cambridge University Press. Cambridge, Reino Unido.

UNIVERSIDAD CASTILLA LA MANCHA Y OFICINA ESPAÑOLA DE CAMBIO CLIMÁTICO. 2005 *Evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático.* Ed. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid, España.

VARIOS AUTORES. 2004. *Guía para la elaboración de estudios del medio físico. Contenido y metodología.* Apartado IV CLIMA. Ed. Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Secretaría de Estado para las Políticas del Agua y el Medio Ambiente. Madrid, España. 809 p.

PÁGINAS WEB DE INTERÉS

Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC), incluye el Protocolo de Kyoto.
http://unfccc.int/

Comisión Europea. Campaña europea "Tú controlas el cambio climático".
http://ec.europa.eu/environment/climat/campaign/index_en.htm

Federación Española de Municipios y Provincias (FEMP) es una Asociación de Entidades Locales que agrupa Ayuntamientos, Diputaciones, Consejos y Cabildos Insulares, en total más de 6.900 municipios españoles.
http://www.femp.es/

Iniciativas de la Fundación Ecología y Desarrollo y de la Fundación Natura, incluye calculadora de emisiones.
http://www.ceroco2.org/

Instituto Nacional de Meteorología. Ministerio de Medio Ambiente.
http://www.inm.es/

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
http://www.mapa.es/

Ministerio de Medio Ambiente.
http://www.mma.es

Movimiento clima, iniciativa de organizaciones sociales de lucha contra el cambio climático.
http://www.movimientoclima.org

Oficina española de cambio climático del Ministerio de Medio Ambiente.
http://www.mma.es/portal/secciones/cambio_climatico/

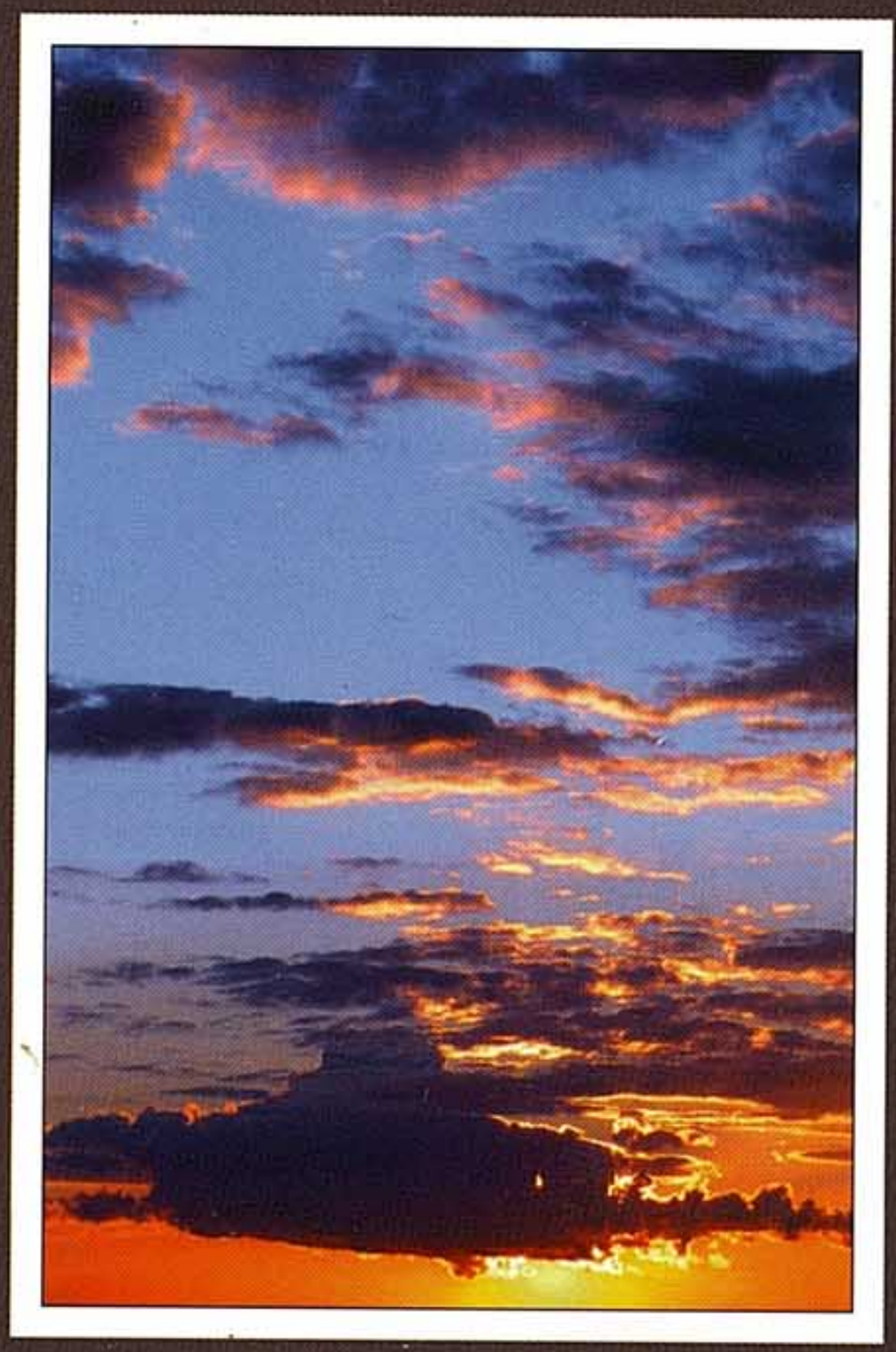
Organización Meteorológica Mundial
http://www.wmo.ch/

Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC)
http://www.ipcc.ch/

Red de ciudades por el clima, promociona las políticas de desarrollo sostenible y al impulso de políticas locales de lucha contra el cambio climático.
http://www.redciudadesclima.es/

Red española de ciudades por el clima, promoción de las políticas de desarrollo sostenible y al impulso de políticas locales de lucha contra el cambio climático.
http://www.redciudadesclima.es/

Unión Europea. Consejos para mitigar el cambio climático en la vida cotidiana).
http://www.climatechange.eu.com/



Ayuntamiento de
Las Rozas