



UNIVERSIDAD DE MURCIA

DEPARTAMENTO DE GEOGRAFÍA FÍSICA, HUMANA Y ANÁLISIS REGIONAL

***"Aplicación de tecnología S.I.G. al estudio del
riesgo y prevención de incendios forestales en el
área de Sierra Espuña - Gebas (Región de Murcia)"***

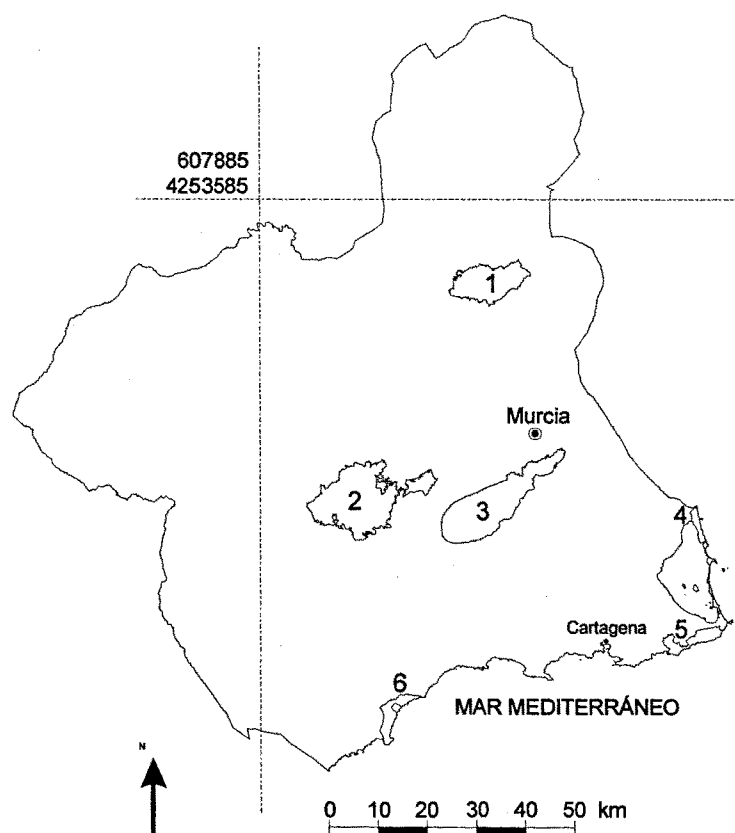
*Memoria presentada por la Licenciada Yolanda Alvarez Rogel
para optar al grado de Doctor en Geografía.
Murcia, Año 2000*

**5. APLICACIÓN A UN ÁREA PILOTO:
SIERRA ESPUÑA - GEBAS**

5.1. Selección y localización del área de estudio

5.1.1. Justificación de la selección del área.

La Región de Murcia cuenta en la actualidad con seis espacios que poseen la categoría de Parque Regional (figura 21). Esta figura, que se establece por Ley de la Asamblea Regional de 30 de julio, de Ordenación del Territorio de la Región de Murcia (BORM nº 189) es equivalente a la categoría de Parque, definida por la Ley 4/1989 de 27 de marzo de Espacios Naturales Protegidos y Protección de animales y plantas (BOE nº74)



nº	Denominación	nº	Denominación
1	Sierra de la Pila	4	Salinas y arenales S. Pedro Pinatar
2	Sierra Espuña y Gebas	5	Calblanque
3	Carrascoy-El Valle	6	Calnegre y Cabo Cope

Figura 21. Parques Regionales de la Comunidad Autónoma de Murcia.

Se trata de áreas naturales, poco transformadas por la explotación u ocupación humana que, en razón a la belleza de sus paisajes, la representatividad de sus ecosistemas o la singularidad de su flora, de su fauna o de sus formaciones geomorfológicas, poseen unos valores ecológicos, estéticos, educativos o científicos cuya conservación merece una atención preferente (artículo 13, Ley 4/1989 de 27 de marzo). Estas zonas gozan de un régimen especial de protección y gestión, pudiendo limitarse e incluso prohibirse aquellas actividades que sean incompatibles con su protección y conservación.

El ámbito de estudio de este trabajo se centra en uno de estos Parques, concretamente el de Sierra Espuña, ubicado en la zona centro-occidental de la provincia de Murcia. Junto a él, y anexionado al Parque por el noreste se encuentra el área de los Barrancos de Gebas, declarada en 1995 paisaje protegido.

Los antecedentes históricos legales destinados a proteger y conservar este territorio ponen de manifiesto su importancia en el contexto regional, lo que justifica su selección como zona de estudio.

Ya en 1889 comienzan los primeros estudios para la repoblación y corrección de Sierra Espuña, que se prolongan hasta 1920. En 1931, la Real Orden de 7 de Abril declara Sitio Natural de Interés Nacional el monte denominado Sierra Espuña. Se trataba únicamente de la región central quedando afectados todos los montes que formaban parte del macizo de Sierra Espuña y que eran de propiedad estatal: Huerta de Espuña, Umbría del Río y Solana de las Cuevas, Estrecho y Hoya, Barranco del Valle, Cuenca alta del río Espuña, Carrasca y Barranco de Enmedio, Cuenca de Alquería y Cuenca de la Santa. En total constituía una superficie de 4.800 hectáreas.

Posteriormente el Estado adquiere los montes de Sierra de Espuña y sus vertientes, ampliando en 2.180,46 hectáreas el Real Sitio. Más adelante con la incorporación de dos nuevas fincas del término municipal de Totana, El Pinillo y Cuesta Muñoz (457 hectáreas) y Malvariche

(482,040 hectáreas) la superficie total asciende a 7919,5 hectáreas. Al amparo de los artículos 189 a 201 del Reglamento de la Ley de Montes (Decreto 22-2-62), modificado por decreto 3768/1972 de 23 de febrero, se agrupan los diferentes montes que componen este paraje, denominados Sierra Espuña de Alhama y Sierra Espuña de Totana, y se encomienda su gestión a ICONA. Un año más tarde, la Ley 2/1973 crea la Reserva Nacional de Caza de Sierra Espuña.

La Ley 15/1975 de 2 de mayo sobre espacios naturales protegidos deroga todas las disposiciones anteriores (artículos 78 y 79 de la Ley de Montes de 8 de junio de 1957, artículos 189 a 201 de su Reglamento, Decreto 485/1962 de 22 de febrero y Decreto 3768/1972 de 23 de diciembre por el que se modificaban los artículos 189 a 201 antes citados, y declara la zona Espacio Natural Protegido. En 1978, el Real Decreto 3157 de 10 de noviembre le otorga la calificación de Parque Natural, fijando su extensión en 9.961,3 hectáreas de las que 5.084 hectáreas corresponden al antiguo Sitio Natural de Interés Nacional de la Región Central de Sierra Espuña y 4.877,3 hectáreas a terrenos del Estado colindantes. Las tareas de conservación y protección se encomiendan al Ministerio de Agricultura, a través del Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza (ICONA).

A finales de los años 80, la Ley 4/1989 de 27 de marzo de Espacios Naturales Protegidos y Protección de animales y plantas, que viene a sustituir y derogar a la de 2 de mayo de 1975, en su Título II, establece una nueva modalidad para la protección de los espacios naturales. Refunde los regímenes creados por la Ley 2/1975 en cuatro categorías: Parques, Reservas Naturales, Monumentos Naturales y Paisajes Protegidos. Crea también un instrumento novedoso, recogido en el mismo Título II, los Planes de Ordenación de Recursos Naturales (PORN) que serán, en adelante, instrumentos esenciales en el planeamiento de estos espacios singulares.

Dentro de este contexto, la Agencia Regional para el Medio Ambiente y la Naturaleza de la Región de Murcia elabora en abril de 1989 el

Plan Rector de Uso y Gestión de Sierra Espuña. La Ley 2/1992 de 30 de julio de Ordenación del Territorio de la Región de Murcia (art. 48.1) recalifica este espacio como Parque Regional, categoría equivalente a la citada en el art. 13 de la Ley 4/89 de 27 de marzo, manteniendo la superficie (9.961,3 hectáreas) y límites establecidos en el Real Decreto 3157/1978 de 10 de noviembre.

En cumplimiento con lo dispuesto por la legislación (Ley 4/1992 de 30 de julio y Ley 4/1989 de 27 de marzo de conservación de Espacios Naturales, y de la flora y fauna silvestres), en 1995 se elabora el Plan de Ordenación de Recursos Naturales de Sierra Espuña (PORN), que es aprobado por Decreto Regional 13/1995 de 31 de marzo.

Los estudios previos para la elaboración del PORN ponen de manifiesto la necesidad de incluir zonas anexas de gran interés. De ahí que en el Decreto de aprobación del citado Plan, artículo 11 del título II, se amplíe a 17.804 hectáreas su superficie, estableciendo unos nuevos límites, recogidos en el Anexo 3 y cartográfico del citado documento. Esta modificación, aprobada por la Ley 6/1995 de 21 de abril de la Asamblea Regional, supone la delimitación definitiva del Parque actualmente en vigor. A efectos legales los límites del Parque Regional de Sierra Espuña son:

Norte: límites exteriores del monte número 79 del Catálogo de Utilidad Pública (CUP) denominado "Umbría de Espuña" (término municipal de Mula), entre el mojón denominado "de Mula, Lorca y Totana" y el mojón 248 (252), sito en el límite con el termino municipal de Alhama de Murcia y con el monte número 28 del CUP ("Sierra Espuña de Alhama"), pertenencia de la Comunidad Autónoma de Murcia.

Se excluyen los terrenos privados, mayoritariamente agrícolas (Hoya Noguera y El Berro), así como el propio núcleo rural de El Berro, que quedan entre los montes "Umbría de Espuña" y "Sierra Espuña de Alhama", número 79 y 28 respectivamente del CUP (términos municipales de Mula y Alhama de Murcia).

Este: Continúa por el límite exterior del monte número 28, ("Sierra Espuña de Alhama") incluyendo los terrenos privados de Las Majadas, que se identifican con las parcelas catastrales 53,54,55,57 y 58 del polígono 2 , y la parcela 50-a del polígono 3. También se incluyen los terrenos públicos del Cabezo Salaoso y terrenos forestales privados del Pico Moriana, situados encima del canal del trasvase, hasta contactar con el monte "Sierra Espuña de Totana" (número 29 del CUP), perteneciente a la Comunidad Autónoma, ya en el termino municipal de Totana.

Sur: Sigue la linde exterior del citado monte número 29, incorporando el monte número 83 del CUP, denominado Coto de Santa Eulalia, perteneciente al término municipal de Totana

Oeste: Continúa otra vez por el monte número 29, "Sierra Espuña de Totana", y sigue por la carretera MU-503, de Aledo a la C-5, excluyendo los terrenos agrícolas contiguos de los parajes de El Purgatorio, La Fragua y El Punta, hasta el límite municipal entre Lorca y Totana y desde aquí, excluyendo terrenos agrícolas, hasta el mojón de los tres municipios.

Al Noreste de Sierra Espuña se localiza el espacio de los Barrancos de Gebas. Por su interés medioambiental y en cumplimiento con la Disposición Adicional Tercera, Apartado 4º de la Ley 4/1992 de 30 de julio, de Ordenación y Protección del Territorio de la Región de Murcia, es declarado como Paisaje Protegido en el Decreto 13/1995 que aprueba el citado PORN de la Sierra (título II, artículo 12). Se establece su superficie en 1.875 hectáreas pertenecientes a los términos municipales de Alhama de Murcia y Librilla, fijando también sus límites geográficos (Anexo 4º del PORN de Sierra Espuña):

Norte: Partiendo de la carretera C-3315, de Alhama de Murcia a Pliego, en las cercanías de la Casa de las Majadas, sigue el límite de los cultivos en torno al núcleo principal de Gebas, que se excluye, hasta el límite municipal entre Alhama y Mula. Continúa por dicho límite y por el que delimita los términos municipales entre Librilla y Mula, exceptuando los te-

rrenos agrícolas de la Casa de la Huerta y cultivos de los parajes de la Loma del Caballo y Lomas de Yesar, hasta contactar con la carretera C-5 de Librilla a Fuente Librilla.

Este: Carretera C-5 de Librilla a Fuente Librilla hasta la intersección con el camino de servicio del Canal del Trasvase Tajo-Segura.

Sur: Camino de servicio del Trasvase, atravesando el límite municipal de Alhama de Murcia, hasta la Impulsión de Alhama. Sigue por dicha Impulsión y nuevamente por el camino de servicio citado y límite de cultivos hasta la carretera C-3315

Oeste: Carretera C-3315 y linde del monte número 28 del CUP, "Sierra Espuña de Alhama"

La superficie total del Parque, incluyendo el área de Gebas asciende a 19.679 hectáreas, lo que supone tan sólo el 1,7 por ciento del territorio regional, pero alberga en su interior una gran riqueza natural y la enorme diversidad que caracteriza los ecosistemas de montaña. Se ha convertido en símbolo de la recuperación forestal y belleza paisajística, hasta el punto de que en la actualidad se considera a este espacio como una "joya natural" de la Región de Murcia.

5.1.2 Situación y límites del área de estudio.

La zona objeto de estudio coincide en gran medida con los límites del Parque Regional descritos en el capítulo anterior. Sin embargo, el fenómeno de los incendios forestales afecta a espacios naturales, no siempre coincidentes con la delimitación legal.

Para el establecimiento de los límites exteriores se aprovecha la presencia de infraestructuras (carreteras, caminos, conducciones artificiales de agua), cauces naturales, etc., que pueden comportarse como obstáculos o barreras que retardan o frenan la propagación del fuego,

actuando como auténticos cortafuegos. De ahí que los límites considerados difieran ligeramente de los contemplados por la legislación vigente (figura 22)

Manteniendo el criterio de unidad se consideran también áreas que, pese a estar localizadas en el interior del Parque Regional, la Ley excluye de forma explícita, tal es el caso de los terrenos agrícolas de Hoya Noguera o El Berro. La causa de numerosos incendios forestales está en la propagación al monte cercano del fuego utilizado en las tareas agrícolas, de forma que la inclusión de zonas de esta naturaleza, rodeadas de masa forestal, queda plenamente justificada.

Por tanto, el territorio analizado, que comprende Sierra Espuña y el área de los barrancos de Gebas, presenta una superficie de 23.366,4 hectáreas. Su límite septentrional parte de la intersección de la carretera comarcal C-3315, de Pliego a Alhama de Murcia, en las proximidades del kilómetro 47, con la local que conduce a Casas Nuevas, por la que discurre hasta llegar a la Rambla de Malvariche. A partir de aquí, el límite se adapta al margen izquierdo de esta rambla hasta su enlace con la carretera local que bordea la Sierra al norte del límite municipal entre Totana y Mula, y que conecta con la local de Casas Nuevas a Aledo (MU-5030).

Esta vía de comunicación constituye el límite Oeste y Sur, hacia donde se prolonga, discurriendo muy próxima a la divisoria administrativa entre los términos municipales de Aledo y Totana, pero dentro de este último. Una vez superada la Casa de La Tejera (UTM 625420/4186350) penetra someramente en el municipio de Aledo, conecta con un pequeño camino, paralelo a la acequia de la Carrasquilla, para enlazar con la comarcal MU-5020 en el Monasterio de Santa Eulalia. Se excluye por tanto, el núcleo de población de Aledo y el paraje de la Urbanización Montysol de Espuña.

El límite continúa hacia el Sur por la carretera MU-5020 de Aledo a Totana, hasta la intersección de ésta con el Canal de la Margen Derecha del Traspase Tajo-Segura, que se convierte en el extremo oriental del

área de estudio, hasta su enlace con la comarcal C-3315 (Pliego-Alhama de Murcia). Continúa por el camino del trasvase hasta la impulsión de Alhama, siguiendo por dicha impulsión y nuevamente por el camino de servicio hasta su conexión con la comarcal 3315, por la que se dirige hacia el Norte, hasta la divisoria municipal entre Mula y Librilla. A partir de aquí se prolonga al Oeste siguiendo la frontera administrativa hasta enlazar con la carretera C-3315 en el Ventorrillo de Martín (UTM 635855/4196150), desde donde se desplaza al Norte hasta el cruce con la carretera que conduce a Casas Nuevas.

La superficie considerada es sensiblemente superior a la contemplada en el Plan de Ordenación, que en su mayor parte queda englobada dentro de la zona analizada.

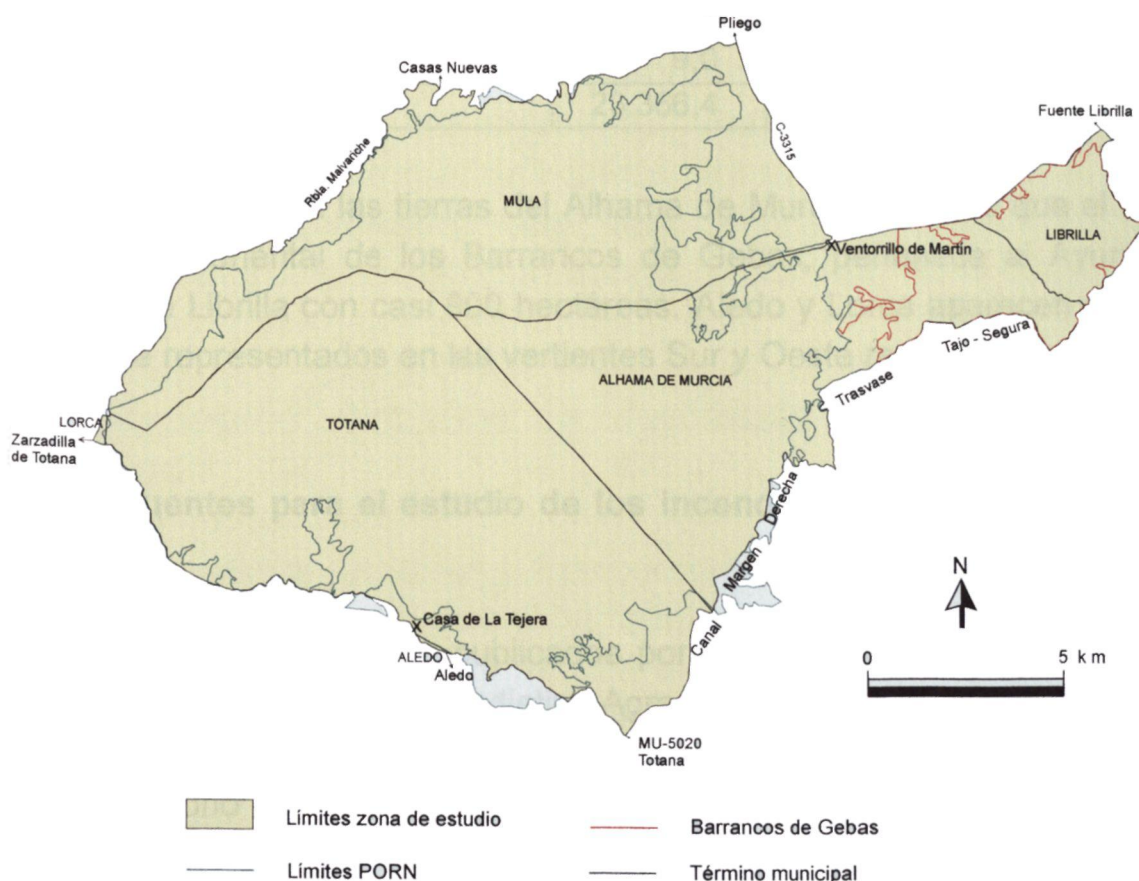


Figura 22. Límites del área de estudio

A nivel administrativo (tabla 16), la mayor parte de Sierra Espuña pertenece al término municipal de Totana, que representa casi el 40 por ciento, coincidiendo con la zona centro-meridional del territorio, mientras que la vertiente septentrional corresponde al municipio de Mula, el segundo en extensión, 30,5 por ciento.

Tabla 16. Superficie y porcentaje correspondientes a los términos municipales que integran el área de estudio.

Término Municipal	Superficie (hectáreas)	Superficie (%)
Librilla	899,0	3,85
Alhama de Murcia	6.035,0	25,83
Totana	9.270,8	39,68
Lorca	13,1	0,06
Mula	7.139,5	30,55
Aledo	9,0	0,04
Totales	23.366,4	100,00

Al este se localizan las tierras del Alhama de Murcia mientras que el extremo más oriental de los Barrancos de Gebas, pertenece al Ayuntamiento de Librilla con casi 900 hectáreas. Aledo y Lorca aparecen escasamente representados en las vertientes Sur y Oeste respectivamente.

5.1.3. Fuentes para el estudio de los incendios forestales en Sierra Espuña.

Los Anuarios Estadísticos publicados por el Instituto Nacional de Estadística y los Anuarios de Estadística Agraria del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, recogen la incidencia de los incendios forestales en el territorio nacional. Esta información se elabora a partir de los resúmenes que, con carácter anual, remiten a dichos organismos las distintas Comunidades Autónomas. Son datos generales referidos a la totalidad de cada comunidad, que, si bien resultan de interés para conocer la

evolución general de este fenómeno, son insuficientes en estudios de detalle.

El documento básico para conocer la evolución histórica de los incendios forestales en un área son los Partes de Incendios, descritos en el capítulo tercero. En ellos se hace referencia al día, hora, duración y número de sucesos acaecidos, así como al lugar de inicio, superficie afectada y causa del incendio. La información que aporta esta fuente sobre la localización espacial de los mismos es, en ocasiones, limitada. Su referenciación sobre cuadrículas de 100 kilómetros cuadrados hace que, sin otro tipo de datos complementarios, resulte muy difícil la ubicación espacial exacta de algunos sucesos. Por este motivo, y después de analizar uno a uno los Partes de Incendios elaborados en la Comunidad Autónoma de Murcia entre los años 1985 y 1997, se han considerado todos los eventos en los que se señala de forma explícita su localización, ya sea mediante un croquis de situación, tan sólo dos de ellos, o por medio de referencias toponímicas que permiten su ubicación en el interior del área de estudio. También se incluyen aquéllos en los que simplemente se alude al paraje de Sierra Espuña como lugar del incendio, siendo conscientes de que éste podría referirse a sectores adyacentes al área estudiada.

5.2. Variables utilizadas en el análisis del riesgo de incendios

Una característica común en las propuestas sobre índices de peligro y riesgo de incendios revisadas en el capítulo segundo es la inclusión de variables topográficas, climáticas o de vegetación que influyen directamente en el inicio y posterior desarrollo de un incendio.

Entre las primeras destaca la pendiente, que incide en la velocidad de propagación de las llamas, y la exposición y orientación, que afectan al grado de insolación a que está sometida la vegetación, condicionando la cantidad y el estado de los combustibles. En contrapartida, la configuración topográfica puede ayudar a controlar el incendio, aprovechando la

disposición del relieve para abrir cortafuegos o establecer líneas de defensa.

Además el gradiente altitudinal introduce variaciones en los parámetros climáticos, influyendo sobre todo en las temperaturas y humedad. La presencia de viento implica un aporte adicional de oxígeno a la combustión, al tiempo que favorece el desplazamiento de partículas incandescentes sobre zonas sin quemar. También contribuye a desecar la vegetación haciéndola más vulnerable al fuego y puede provocar cambios imprevistos en el avance del incendio. Si sopla en sentido contrario al avance del frente puede contribuir a su extinción.

Los combustibles son un elemento del "triángulo del fuego", por lo que su presencia resulta imprescindible para que tenga lugar el incendio. El clima y la topografía inciden sobre su estado y características, que son esenciales en el comportamiento del fuego.

Junto a estos aspectos relacionados con la configuración física del paisaje se incorpora la actividad del hombre, ligada al origen y causalidad de los incendios. Considerada por primera vez por Chuvieco y Congalton (1989), la incidencia histórica del fuego pone de manifiesto la necesidad de incluir el factor antrópico en el estudio de zonación del riesgo.

5.2.1. El relieve

En primer lugar se lleva a cabo una descripción general de la configuración fisiográfica del área de estudio, encuadrándola en el contexto regional y haciendo un breve repaso de sus principales rasgos estructurales, litológicos y geomorfológicos. A continuación se aborda el estudio local de la topografía, considerada como la variable más estable de las involucradas en los incendios forestales, dedicando especial atención a la distribución de altitudes, pendientes y orientaciones, cuyo análisis en formato digital permite integrarlas como capas independientes en el SIG.

- Consideraciones generales

Contexto estructural y litológico. La mayor parte de los relieves de la Región de Murcia, con dirección general suroeste-noreste, están comprendidos dentro del ámbito de las Cordilleras Béticas. Numerosos estudios sobre estas cadenas montañosas (Fallot, 1944; Montenat, 1970; Pavillon, 1972; Rodríguez Estrella, 1986, Martín Martín, 1997) proponen diversos modelos geodinámicos para explicar su estructura y evolución diferenciando, desde el punto de vista estratigráfico, paleogeográfico y tectónico, dos grandes conjuntos estructurales:

Por un lado las denominadas Zonas Externas, donde predominan las rocas sedimentarias de origen marino con edades que abarcan desde principios del Mesozoico hasta el Mioceno Inferior y Medio. Dentro de este conjunto se individualizan dos subzonas: Prebético, que ocupa el tercio superior de la Región de Murcia representado por grandes macizos calizos y dolomíticos y por la presencia de rocas evaporitas que favorecen la formación de diapiros. Al sur y ocupando el sector central de la Región aparece la subzona Subbética, caracterizada por la abundancia de margas, margocalizas, arcillas y macizos calizos. Por otro, las Zonas Internas constituyen el denominado Bético en sentido estricto y se caracterizan por la aparición de materiales paleozoicos más o menos metamorfizados y por la presencia de mantos de corrimiento apilados unos sobre otros que han dado lugar a la individualización de diferentes complejos estructurales.

El área de estudio presenta una gran complejidad desde el punto de vista litológico y estructural. Forma parte de la Zona Bética en sentido estricto, y como tal, además de los materiales terciarios y cuaternarios que rodean el macizo, se detecta la presencia de cabalgamientos y la superposición de unidades propias de las zonas internas de la Cordilleras Béticas. Los sectores más elevados que se localizan en el centro corresponden a los materiales más antiguos y están rodeados de formaciones neógenas más deleznales en tránsito hacia los materiales cuaternarios de las cuencas sedimentarias colindantes. En la vertiente oriental desta-

ca el área de los barrancos de Gebas, dominada por sedimentos post-manto, básicamente margas, sobre los que se instala una densa red de drenaje, que confiere a esta zona una especial singularidad.

En el área central del macizo se ha constatado la presencia de dos de los cuatro complejos definidos con carácter general para las zonas Béticas como resultado de la superposición de mantos de corrimiento: el complejo Alpujárride y el Maláguide, entre los que aparecen una serie de unidades tectónicas de carácter intermedio. El Alpujárride ocupa un pequeño sector de la parte meridional, cerca de la población de Aledo, compuesto por materiales permotriásicos y triásicos. En él se individualizan dos unidades: Unidad de Los Molinos y Unidad de Los Guillemos. La primera es la más inferior de la Sierra y está restringida a una pequeña zona de unos tres kilómetros cuadrados al sureste de Aledo junto a la rambla de la que toma su nombre, y compuesta por filitas azules y grisáceas y una secuencia abigarrada de filitas y cuarcitas alternantes. Al este de esta población aparece la unidad de Los Guillemos, también de reducida extensión y donde alternan pizarras y cuarcitas que descansan sobre dolomías.

La mayor parte del macizo corresponde al complejo Maláguide, donde aparece una serie bien desarrollada, con más de 2.000 metros de espesor que comprende términos más o menos continuos, desde el Devónico al Oligoceno, predominando las dolomías, calizas y conglomerados sobre los demás materiales. Tiene una estructura de cabalgamientos con vergencia sur, en el sector meridional, y de pliegues volcados con vergencia norte, en el sector septentrional (Arana *et al.*, 1992). Los estudios previos llevados a cabo para la elaboración del PORN de la sierra señalan la individualización en su interior de cuatro unidades: Atalaya, Morrón de Totana, Prat Mayor y Perona, así como otras dos de carácter intermedio, unidad de La Santa-Yéchar y unidad Morrón Largo, ubicadas entre los afloramientos de los dos grandes complejos. Todo ello es resultado de la peculiar evolución geológica sufrida por estas zonas que han convertido a Murcia en una de las regiones estructurales más com-

plejas de la Península Ibérica y del Mediterráneo occidental (López Bermúdez, 1973).

Los sedimentos postmanto aparecen rodeando todo el espacio montañoso. La mayor extensión corresponde al denominado Terciario de Espuña - Río Pliego, que ocupa el sector noroccidental, y donde una formación de conglomerados poco consolidados, calizas y margas azuladas, aparece rematada por un potente conjunto de margas rojas. Hacia el Este, estos depósitos postorogénicos dan lugar al paisaje abarrancado del área de Gebas. Por último cabe destacar, fuera ya de los límites del área de estudio, el glacis del Llano de Las Cabras, que aparece como un extenso y suave plano inclinado constituido por materiales pliocenos protegidos de la erosión por una costra caliza resultante del lavado de los materiales calizos del macizo, extendiéndose desde las estribaciones su-orientales de Sierra Espuña hasta la vertiente septentrional de la Sierra de la Tercia. Los materiales cuaternarios quedan reducidos a pequeños retazos localizados en las zonas limítrofes y que corresponden a sectores ocupados por cultivos.

Desde el punto de vista *geomorfológico* destacan las formaciones kársticas, situadas por encima de los 1.000 metros de altitud, que alcanzan su máxima extensión sobre las calizas y dolomías que aparecen en las zonas culminantes de la sierra. Pese a reunir condiciones favorables para su desarrollo, las únicas formas exókarsticas que aparecen son simas y cavidades de reducidos tamaños, una pequeña dolina de apenas dos kilómetros, orificios tubulares que no registran influencia estructural alguna y campos de lapiaces, como el del Morrón de Totana, asociados a las directrices impuestas por las diaclasas y planos de estratificación, que aparecen salpicados de vegetación almohadillada (López Bermúdez, 1975).

En contraste con estas formaciones, el sustrato margoso del área de Gebas en la vertiente oriental condiciona el desarrollo de un paisaje típico de badlands muy característico de las regiones áridas y semiáridas. Estos ecosistemas tan peculiares, dominados por procesos de erosión y

degradación sobre margas miocenas, aparecen dispersos por toda la Región de Murcia, siendo especialmente significativos en las cuencas de Mula, Cieza, Abanilla-Fortuna, etc, aunque los mejores ejemplos, por su buen estado de conservación, se encuentran en el río Chicamo y los barrancos de Gebas. Esta última zona, drenada de oeste a este por la cabecera de la Rambla de Algeciras, ha sido considerada de gran interés científico y paisajístico, calificando este sector como lugar de interés geológico de la Región de Murcia. Los procesos que determinan la progresión de los badlands son típicamente fluviales, aunque también intervienen los movimientos en masa, favorecidos por la presencia de esmectitas como constituyentes esenciales dentro de la fracción fina (Sánchez García, 1975), los deslizamientos y la acción de las galerías. Además se ha constatado la presencia de evaporitas interestratificadas, fácilmente solubilizadas por las aguas superficiales, que origina la presencia de suelos halomorfos en los fondos de los cauces de las cárcavas (Arana *et al.*, 1992). El resultado es un paisaje abarrancado, donde el agua procedente de las escasas pero intensas lluvias apenas se infiltra en el suelo, arrastrando su parte más superficial y convirtiendo a la erosión hídrica en el principal agente modelador de este territorio.

Por otra parte, en la evolución de las laderas en torno al núcleo central de Sierra Espuña se ha constatado la presencia de depósitos antiguos, propios del modelado periglacial, constituidos por conglomerados muy angulosos ligados a procesos de hielo-deshielo originados bajo condiciones climáticas más frías y húmedas. Recubriendo en muchos casos estas formaciones aparecen depósitos recientes, cuyo origen está vinculado a procesos de termoclástica (López Bermudez, 1975).

Estas condiciones, unidas a las peculiaridades pluviométricas, hacen de Sierra Espuña un espacio de escasa circulación hídrica superficial. No existen cursos fluviales de gran desarrollo, pero son frecuentes los manantiales y fuentes vinculados al entramado de ramblas y barrancos, y a la naturaleza caliza de la sierra, donde los procesos kársticos de las cumbres favorecen la infiltración y por tanto la alimentación de los acuíferos.

Los principales colectores de la escorrentía superficial drenan hacia las cuencas de los ríos Mula, al norte, y Guadalentín, al sur. Entre los primeros destacan la Rambla de Malvariche, que constituye el límite noroccidental del área de estudio, y el Barranco de la Hoz, que confluye con los río Pliego después de atravesar la vertiente meridional de la sierra. Los principales colectores de la vertiente sur son el Barranco del Cantalar y las Ramblas de Lébor y Totana y el de mayor entidad, río Espuña, que drena todo el noroeste y es el único que recibe la denominación de río. Hacia el este, en torno a la población de El Berro, la confluencia de las aguas de los barrancos de Valdelaparra y La Mojonera dan entidad a la rambla de Algeciras, que canaliza sus aguas hacia el Guadalentín, después de contribuir a la formación del paisaje abarrancado del área de Gebas.

- Análisis topográfico local

La confección del Modelo Digital del Terreno (MDT), aunque implica una pesada tarea de digitalización debido a lo accidentado del terreno, es fundamental ya que permite disponer de una cartografía digital precisa a partir de la cual se analiza la topografía de la zona. De él derivan los mapas de altitudes, pendientes y orientaciones, que aportan información esencial sobre la configuración del área de estudio.

· *Altitudes.* El mapa de altitudes (figura 23) muestra una elevación radial desde los límites del área de estudio hacia el interior, hasta culminar en el pico Espuña que con 1.583 metros corona el macizo montañoso y supone el enclave más alto del territorio. La altitud media se sitúa en 749,3 metros.

La reclasificación de la imagen original, codificada en metros, en 15 rangos (tabla 17) pone de manifiesto un predominio de las altitudes entre 500 y 900 metros, que suponen casi el 50 por ciento del territorio. Entre 190 y 200 metros sólo aparecen 6,9 hectáreas, que corresponden a los sectores mas deprimidos en el extremo oriental de Sierra Espuña.

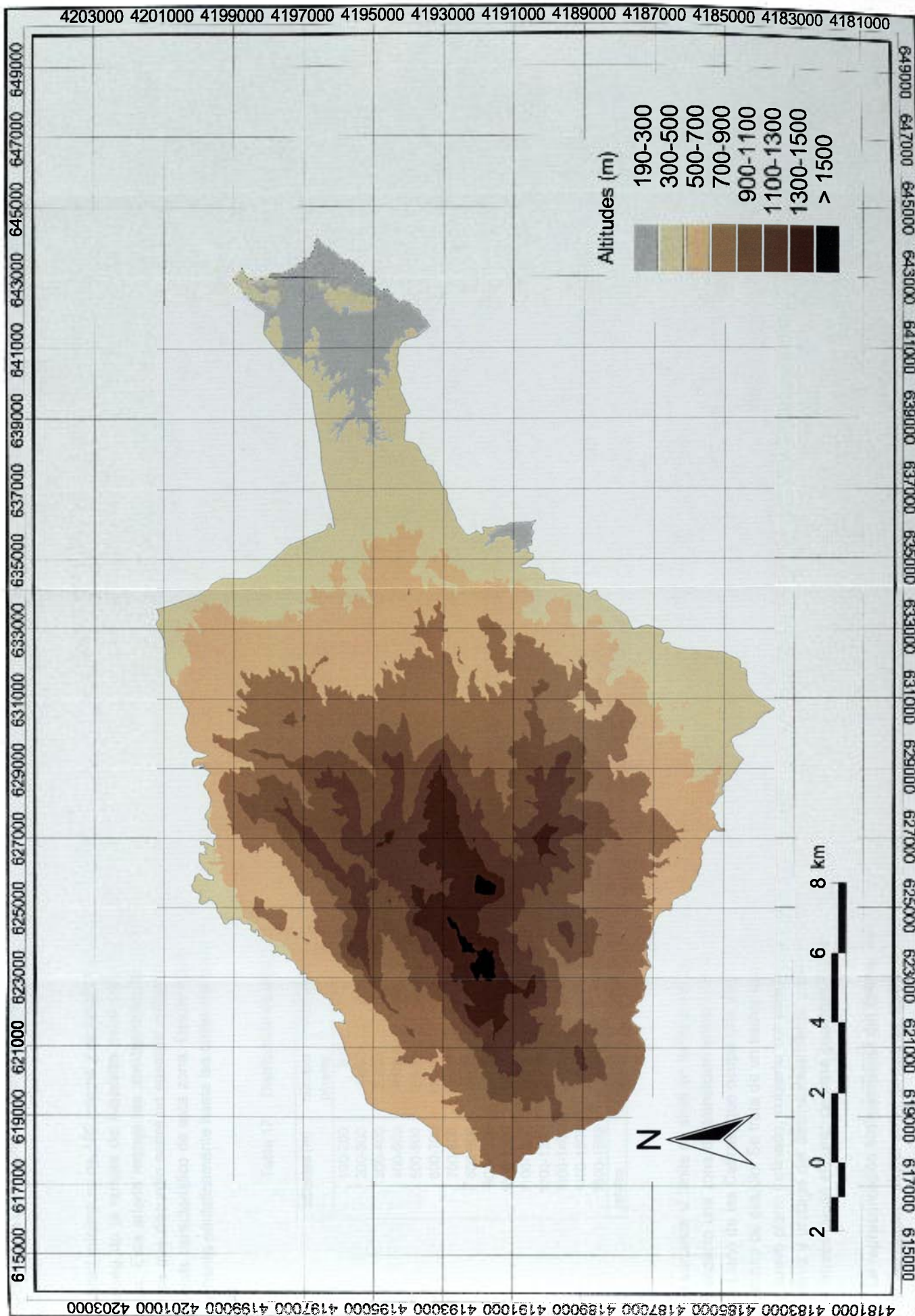


Figura 23. Mapa de altitudes relativas obtenido a partir del modelo digital del terreno

La altitud mínima es de 190 metros y se localiza al este, coincidiendo con el talweg de la rambla de Algeciras cuya cabecera drena el sector de Gebas. Esta arteria recoge las aportaciones de un gran número de barrancos que discurren sobre un sustrato margoso dibujando el paisaje de badlands característico de esta zona. Desde estos sectores, la altitud se incrementa paulatinamente hasta las cotas máximas de los enclaves interiores.

Tabla 17. Distribución de altitudes

altitudes (m)	número píxeles	hectáreas	%
190-200	307	6,9	0,03
200-300	49.676	1.118,3	4,79
300-400	85.359	1.921,6	8,22
400-500	93.240	2.099,0	8,98
500-600	108.556	2.443,8	10,46
600-700	136.562	3.074,3	13,16
700-800	150.147	3.380,1	14,47
800-900	115.458	2.599,2	11,12
900-1000	79.321	1.785,7	7,64
1000-1100	68.773	1.548,2	6,63
1100-1200	62.905	1.416,1	6,06
1200-1300	37.721	849,2	3,63
1300-1400	28.080	632,1	2,71
1400-1500	17.078	384,5	1,65
1500-1583	4.762	107,2	0,46
totales	1.037.945	23.366,4	100,0

En el suroeste el límite se sitúa en torno a los 600 metros, constituyendo este espacio una zona de transición entre el macizo y el paraje denominado Llano de las Cabras, que ocupa una posición más meridional fuera del ámbito de estudio. Se trata de un sector que aparece como un extenso y suave plano inclinado, cubierto por una potente costra caliza que lo conserva y protege del desmantelamiento y que constituye un glacis de gran interés desde el punto de vista geomorfológico.

La representación tridimensional del relieve (figura 24), generada a partir del modelo digital sobre el que se aplica la orden *ortho* de IDRISI,

permite observar claramente su disposición radial en torno al núcleo central del macizo, donde se localizan los sectores más elevados. Hacia el este el progresivo descenso altitudinal conecta las zonas interiores con el área deprimida de los barrancos de Gebas.

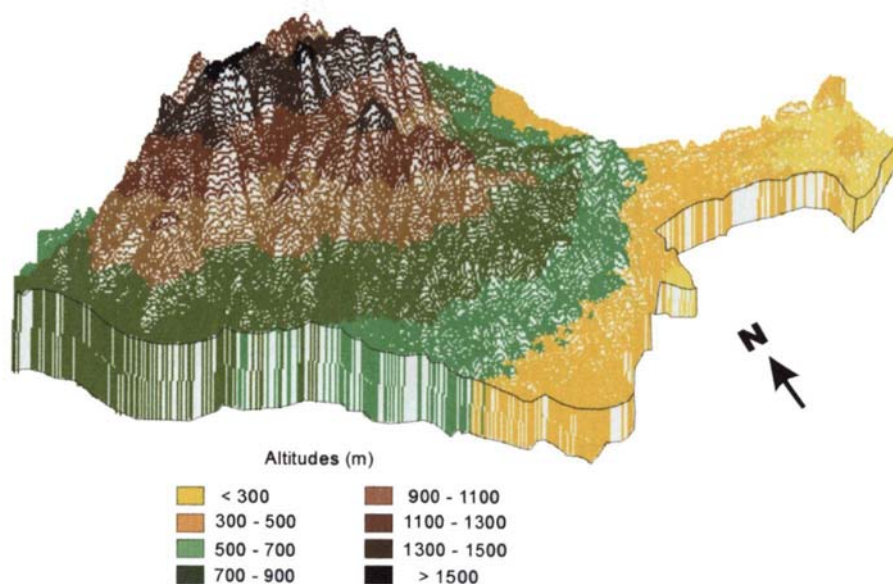


Figura 24. Perspectiva isométrica del relieve de Sierra Espuña y Gebas

· *Pendientes.* La distribución espacial de las pendientes del área presenta valores que oscilan entre 0 y 471 por ciento (figura 25). No obstante, casi el 84 por ciento de la superficie detenta pendientes entre 0 y 60 por ciento, predominando dentro de este intervalo los valores entre 20 y 40 por ciento, correspondientes a los sectores de ladera.

Con la altitud aumenta el valor de las pendientes, y disminuye la superficie de los intervalos correlativos de éstas (tabla 18). Aproximadamente el 14,5 por ciento del territorio tiene una pendiente entre 60 y 100 por ciento, mientras que únicamente el 1,67 por ciento se sitúa por encima de este umbral, coincidiendo con los sectores mas escarpados, que adquieren una mayor significación en el extremo noroccidental del macizo.

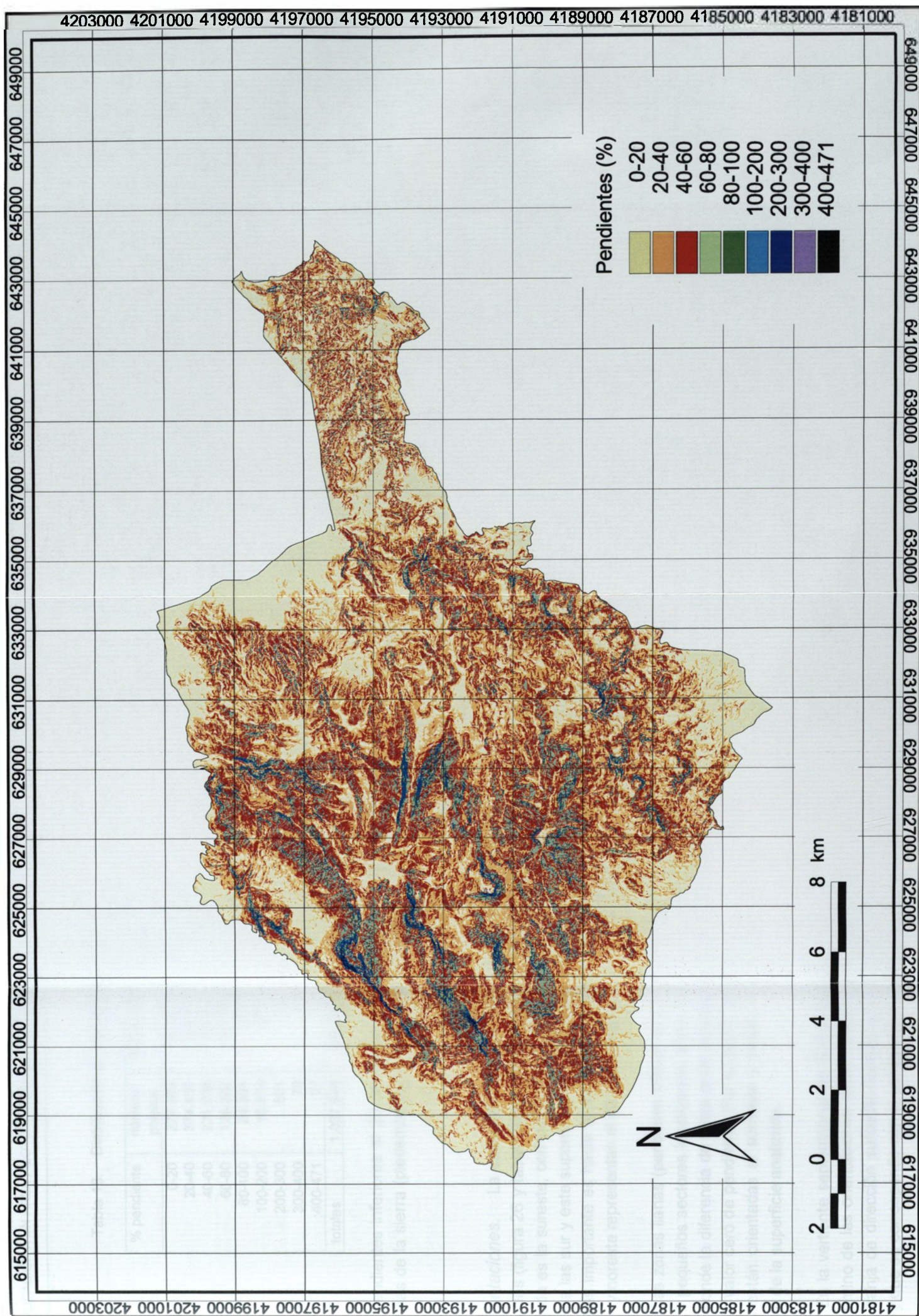


Figura 25. Mapa de pendientes obtenido a partir del modelo digital del terreno

Tabla 18. Distribución de frecuencias-pendientes

% pendiente	número píxeles	hectáreas	frecuencia %
0-20	274.985	6.190,5	26,49
20-40	374.437	8.429,4	36,07
40-60	221.038	4.976,0	21,30
60-80	125.202	2.818,6	12,06
80-100	24.991	562,6	2,41
100-200	16.574	373,1	1,60
200-300	621	14,0	0,06
300-400	70	1,6	0,01
400-471	27	0,6	0,00
totales	1.037.945	23.366,4	100,00

Las pendientes inferiores al 20 por ciento aparecen en las zonas más externas de la sierra (piedemontes) y en el fondo de los valles principales.

· *Orientaciones.* La cartografía de esta variable y el análisis de frecuencias (figura 26 y tabla 19) muestran cómo la orientación más representada es la sureste, con un 16,3 por ciento de la superficie total, que unida a las sur y este suponen el 41,5 por ciento del territorio. La segunda más importante es hacia el noroeste, 14,1 por ciento, que junto a la norte y noreste representan el 40,1 por ciento

Las zonas llanas (pendiente inferior a 1,4 por ciento) quedan limitadas a pequeños sectores localizados, sobre todo en el fondo de los valles, donde la diferencia de cotas entre píxeles vecinos es nula, resultando un valor cero de pendiente. Por su parte, algo menos de 4.000 hectáreas están orientadas al suroeste y oeste, lo que significa un 17 por ciento de la superficie analizada.

En la vertiente septentrional de Sierra Espuña se observa un claro predominio de las orientaciones norte, noreste y noroeste, jalonadas por una franja de dirección suroeste-noreste que presenta una orientación sur, y que se corresponde con el paraje denominado "Loma de la Solana

de Malvariche", vertiente oriental de la alineación montañosa que ejerce de frontera administrativa entre los términos municipales de Totana y Mula.

Tabla 19. Distribución de frecuencias de las orientaciones

orientaciones	número píxeles	hectáreas	frecuencia %
Norte	133.933	3.015,1	12,9
Noreste	135.660	3.054,0	13,1
Este	123.566	2.781,7	11,9
Sureste	169.079	3.806,3	16,3
Sur	137.894	3.104,3	13,3
Suroeste	95.762	2.155,8	9,2
Oeste	80.415	1.810,3	7,7
Noroeste	146.865	3.306,2	14,1
Plano	14.771	332,5	1,4
totales	1.037.945	23.366,4	100,0

Por su parte, en la mitad meridional, especialmente en el extremo más suroccidental de Totana, dominan las orientaciones este, sureste y sur, intercaladas con las suroeste y oeste.

Esta diferenciación no es tan nítida en el área de Gebas, donde una densa red fluvial desarrollada a expensas de materiales deleznales (margas neógenas) le confiere un aspecto heterogéneo con multitud de barrancos que seccionan el terreno y configuran un espectacular badlands, calificado como Lugar de Interés Geológico (LIG) de la Región de Murcia (Arana *et al.*, 1992).

Las zonas llanas aparecen dispersas por todo el territorio al igual que sucede con los píxeles que "miran" al suroeste y oeste, siendo estos últimos especialmente representativos en el extremo más occidental del área de estudio.

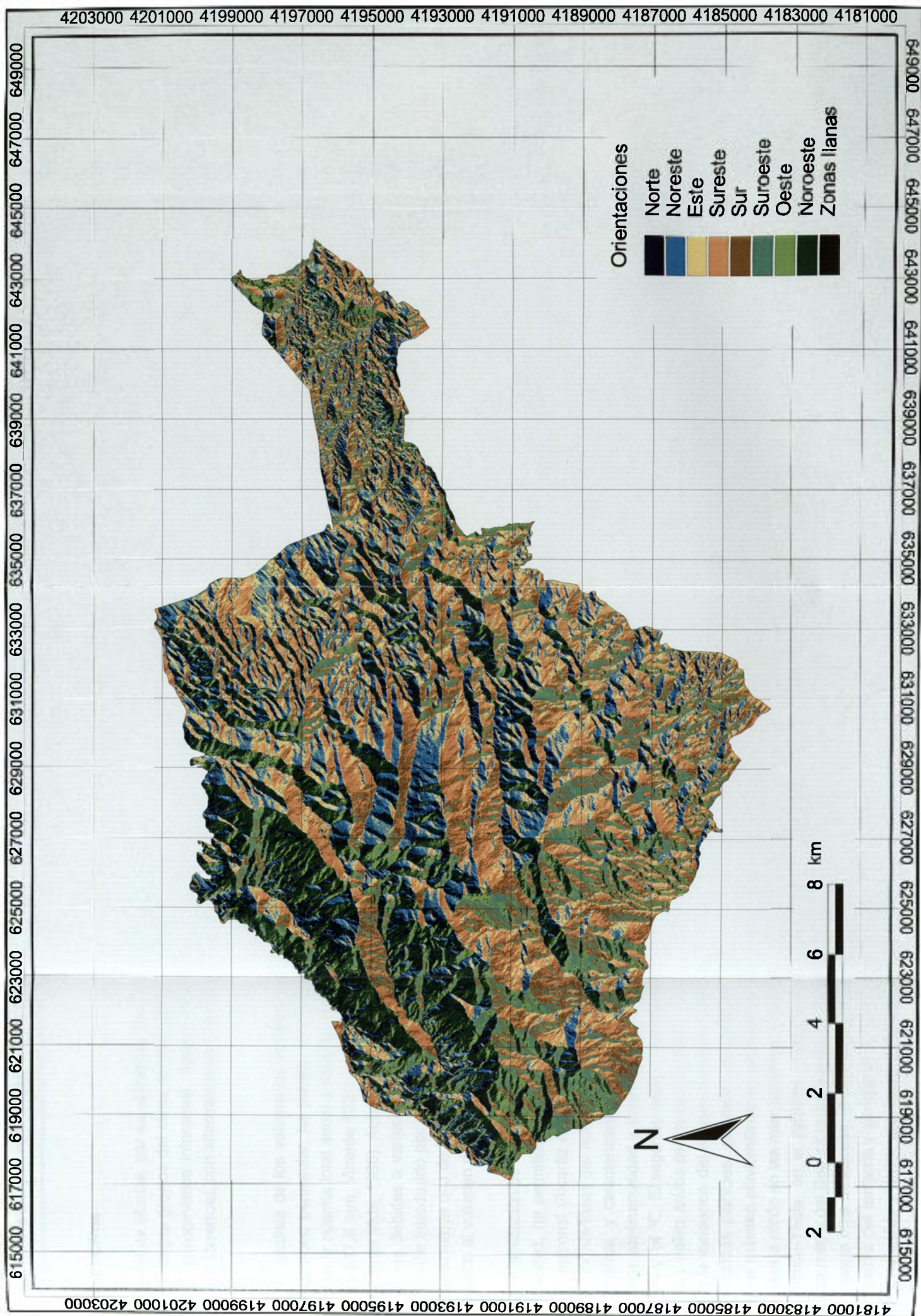


Figura 26. Mapa de orientaciones elaborado con el módulo "surface" de IDRISI para WINDOWS

5.2.2. El Clima

La región de Murcia, por su ubicación en el sureste peninsular participa de los rasgos propios del clima mediterráneo semiárido: acusada irregularidad pluviométrica interanual, lluvias equinocciales generalmente de carácter torrencial, con alternancia de inviernos suaves y veranos cálidos y secos.

El análisis de los volúmenes anuales de precipitación en el litoral mediterráneo peninsular, ha puesto de manifiesto el descenso generalizado en la cuantía total anual a medida que se avanza hacia el sur: Barcelona 617,8 mm, Vinarós 522,1 mm, Alicante 340,5 mm, Aguilas 178,1 mm (Martín Vide, 1985). Aunque se constata la presencia de algunas excepciones debidas a variaciones locales como consecuencia del efecto de pantalla introducido por el relieve, puede afirmarse que el extremo sureste constituye uno de los sectores más desfavorecidos de la Península en cuanto al volumen de lluvia que recibe.

La aplicación de diversos índices bioclimáticos, termopluviométricos y de aridez, ha permitido diferenciar cuatro sectores climáticos en el territorio regional (Alcaráz Ariza *et al.*, 1999): el primero corresponde a las *zonas montañosas del noroeste*, situadas en general por encima de los 800 metros, y caracterizadas por el predominio de lluvias de invierno, acusada continentalidad y temperaturas medias anuales que oscilan entre 4°C y 14 °C. El segundo sector, denominado *zonas de montañas lluviosas y valles áridos centro occidentales*, tiene como rasgo más característico la incidencia del relieve, donde importantes elevaciones rodeadas de extensas planicies, provocan abundantes lluvias de tipo orográfico. Aquí, el máximo pluviométrico es primaveral en las zonas interiores y se desplaza a otoño en las más próximas a la costa. La comarca del Altiplano Jumilla-Yecla, en el extremo septentrional, y la mayor parte de la cuenca media del Segura corresponden a la *zona continental del noreste*, cuyo rasgo mas destacado, la continentalidad, es consecuencia de la altitud media del territorio y su lejanía al litoral. Por último, la *zona litoral y sublitoral cálida y árida*, que incluye los sectores meridionales y toda la

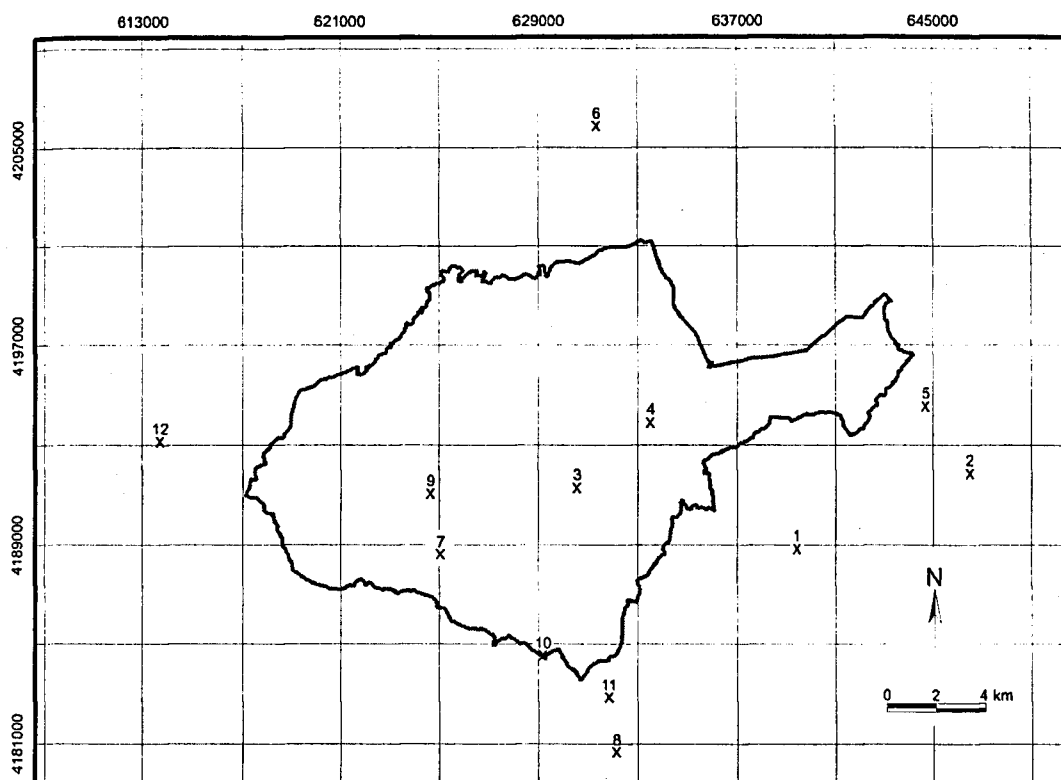
fachada litoral, presenta las precipitaciones más bajas de la región, con volúmenes anuales inferiores a los 330 mm y temperaturas bastante altas llegando a constatarse la ausencia de heladas en los observatorios cercanos a la costa.

Dentro de este contexto regional Sierra Espuña y su entorno se incluyen en el sector de montañas lluviosas, cuyo régimen pluviométrico está condicionado por su ubicación en el interior del territorio murciano y la influencia del gradiente altitudinal. Aunque participa de los rasgos básicos del clima mediterráneo, las lluvias presentan una distribución más regular a lo largo del año, con veranos menos secos, debido sobre todo a la existencia de tormentas de origen convectivo (Capel Molina, 1982, 1983). Las influencias atlánticas provocan un aumento de las lluvias en invierno, sobre todo en forma de nieve como consecuencia del descenso térmico vinculado a la altitud, y tienden a retirarse con la llegada del calor, dando paso a un nuevo mínimo estival, puramente mediterráneo (Peñalver Sánchez, 1990).

Estas particularidades han llevado a considerar Sierra Espuña como un islote de humedad dentro del territorio murciano (Lillo Carpio, 1977), y a situarla, junto a las sierras de Revolcadores, la Muela o Cerezo (5,7 de su superficie) en el dominio subhúmedo de la región, frente al predominio de los climas semiárido y árido, que representan el 62,5 y el 31,8 por ciento respectivamente (López Bermúdez *et al.*, 1986).

La caracterización climática del área de estudio se ha realizado a partir de un total de doce estaciones meteorológicas (figura 27), ubicadas cinco de ellas en el interior de Sierra Espuña y siete en zonas adyacentes.

Para el conjunto de estaciones se han completado y homogeneizado las series termopluviométricas correspondientes al periodo de análisis: 1968-1997.



nº	Denominación	nº	Denominación
1	Alhama Ceña Guerrero	7	Totana Alquerías
2	Alhama Comarza	8	Totana IL
3	Alhama Huerta Espuña	9	Totana La Carrasca
4	Alhama Los Quemaos	10	Totana Mortí
5	Librilla	11	Totana Sr. Muñoz
6	Pliego	12	Zarzadilla de Totana

Figura 27. Localización de estaciones meteorológicas. Parque Regional de Sierra Espuña y espacio natural del Barranco de Gebas.

- Precipitaciones

Las series pluviométricas para el periodo considerado (1968-1997) ponen de manifiesto la disponibilidad de medidas directas en buena parte de los observatorios. En la tabla 20, además de la altitud, coordenadas y periodo con medidas directas disponibles, se indica la estación base utilizada en cada caso para el relleno de series incompletas. Las ecuaciones de ajuste se exponen en el anexo 6.

Tabla 20. Series pluviométricas completas y deducidas, periodo 1968-1997.

nº	Denominación	Longitud (UTM)	Latitud (UTM)	Altitud (m)	Serie original	Estación base
1*	Alhama Ceña Guerrero	639407	4188860	167	1985-1997	Librilla
2*	Alhama Comarza	646450	4191841	157	1989-1997	Librilla
3	Alhama Huerta Espuña	630550	4191280	752	1968-1997	-----
4	Alhama Los Quemaos	633500	4193900	692	1968-1997	-----
5	Librilla	644600	4194560	168	1968-1997	-----
6	Pliego	631350	4205820	406	1968-1997	-----
7	Totana Alquerías	625075	4188630	812	1968-1997	-----
8	Totana IL	632125	4180725	229	1968-1997	-----
9	Totana La Carrasca	624660	4191050	1115	1968-1997	-----
10	Totana Mortí	629200	4184575	424	1968-1997	-----
11	Totana Sr. Muñoz	631850	4182880	288	1968-1997	-----
12	Zarzadilla de Totana	613750	4193135	863	1968-1997	-----

* Estaciones con series deducidas

El mayor volumen de precipitación anual corresponde a Totana La Carrasca, 511,1 mm, en la zona central a 1.115 metros de altitud, seguido de Alhama Huerta Espuña y Los Quemaos, también en el interior de Sierra Espuña. En el extremo opuesto se sitúan Librilla y Totana IL con 303,9 mm y 311,2 mm respectivamente. Estos valores ratifican las peculiaridades de Sierra Espuña y su entorno frente a la tónica general de la provincia de Murcia. Prácticamente todo el sureste peninsular presenta medias en torno a 350-400 mm llegando a situarse por debajo de 200 mm al sur de cabo Tiñoso, entre Murcia y Almería (Martín Vide, 1985).

La ecuación de regresión múltiple utilizada para el análisis de la distribución espacial, $y = -3054,46 + 0,27975 \times \text{altitud} + 0,00522 \times \text{longitud}$, presenta un coeficiente de determinación $r^2 = 0,89$ ($F=19,15$; $p=0,0005$). Su aplicación a las condiciones particulares de Sierra Espuña (figura 29) pone de manifiesto que las precipitaciones más abundantes, por encima de los 550 mm, corresponden a los sectores más elevados situados en el interior de la Sierra, registrándose valores próximos a los 600 mm en altitudes superiores a 1.400 metros. De forma paralela al descenso altitudinal se produce una disminución en los volúmenes de lluvia. La isoyeta de los 500 mm se sitúa en torno a los 1.000 m de altitud, mientras que la vertiente oriental, incluyendo el barranco de Gebas, y las zonas más pró-

ximas al límite norte del área de estudio, con altitudes inferiores a 600 metros, no superan los 400 mm de precipitación anual.

Por otra parte, para conocer la alternancia de años húmedos y secos y su incidencia sobre la ocurrencia de incendios forestales, se aplica el *índice de pluviosidad* (Fernández García, 1995), que relaciona la lluvia observada y la precipitación media del periodo considerado. El resultado se multiplica por cien, de manera que si se supera esta cifra se considera año húmedo, mientras que si es inferior el año debe calificarse como seco. El periodo de análisis se extiende desde 1985 a 1997 (tabla 21), años para los que se dispone de información sobre incendios forestales, y se aplica a todas las estaciones seleccionadas excepto Alhama Comarza, única que carece de medidas directas para cuatro de los trece años de la serie.

Tabla 21. Índice de pluviosidad (1985-1997)

Año	Estaciones										
	1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1985	73,2	69,7	60,1	80,1	60,4	67,4	54,3	52,7	64,9	49,1	78,3
1986	106,4	134,5	124,0	109,9	109,5	152,1	135,7	188,2	143,9	110,6	103,4
1987	116,0	82,5	83,8	97,2	164,9	65,9	65,5	59,6	79,2	69,7	69,7
1988	108,6	106,9	262,5	94,4	95,4	111,8	76,6	102,1	92,6	76,3	110,8
1989	162,2	191,0	159,5	164,9	185,9	202,6	333,1	182,5	212,3	385,8	175,1
1990	111,4	104,7	86,0	106,5	116,4	78,3	71,8	72,8	87,7	91,8	75,0
1991	98,2	119,5	95,6	106,4	113,5	58,7	93,1	124,4	109,3	88,9	112,2
1992	131,9	75,3	93,5	122,8	80,1	118,8	97,1	78,0	121,4	88,5	160,6
1993	95,5	97,8	82,4	98,8	62,3	103,5	88,8	90,3	115,0	87,8	94,7
1994	45,9	35,9	36,3	51,7	54,6	40,9	40,7	101,1	50,6	36,3	48,0
1995	37,6	56,1	37,0	31,3	35,9	60,4	28,5	49,9	60,3	41,2	49,3
1996	89,1	74,6	70,5	117,2	88,0	81,7	72,0	72,2	82,6	62,7	94,5
1997	124,3	151,4	108,8	119,0	133,0	155,6	142,8	126,6	80,2	111,3	128,5

Pese a las particularidades de cada observatorio se constata que tanto 1985 como 1995 deben calificarse como secos en todos ellos, coincidiendo con los años en que se produce el mayor número de incendios del periodo con 6 y 7 sucesos respectivamente. Esta relación no es tan clara entre el resto de los años, ya que por ejemplo en 1987 no se pro-

dujo ningún incendio y tan sólo uno en 1990, pese a que todas las estaciones del interior de Sierra Espuña presentan valores del índice entre 65,5 y 83,8 en el primer caso y en torno a 80 en el segundo, correspondiendo también a años secos aunque menos acentuados que los dos anteriores.

A escala mensual (tabla 22) el descenso de las precipitaciones es especialmente significativo en julio, mes de mínimas, situándose entre 7,8 mm en Alhama los Quemaos. En agosto se produce una tenue recuperación sin llegar a alcanzarse los valores de junio que se mantienen entre 10 y 15 mm por encima. Las máximas corresponden a octubre con valores en torno a 60 mm, disminuyendo de forma significativa en los dos últimos meses del año. La recuperación iniciada en enero continúa progresivamente hasta mayo. A partir de entonces la curva de precipitaciones empieza a descender hasta su punto más bajo en julio.

Tabla 22. Precipitaciones medias mensuales y anuales

nº Est	precipitaciones medias mensuales (mm)												total anual
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
1*	19,0	27,7	29,4	26,6	31,0	22,2	7,4	10,4	31,2	60,1	28,3	18,6	311,9
2*	37,1	37,0	41,2	40,4	30,5	21,4	4,2	15,4	32,0	68,5	42,3	26,7	396,7
3	37,7	40,7	49,5	50,2	46,0	28,4	6,4	16,8	35,1	63,3	48,7	33,3	456,1
4	33,0	35,4	44,1	41,5	42,5	24,1	7,8	15,2	32,4	59,5	70,2	30,2	435,9
5	25,3	28,0	31,2	28,8	28,9	21,2	4,2	11,6	25,8	46,1	34,3	18,5	303,9
6	29,9	33,3	38,4	38,8	33,2	24,7	4,2	17,2	33,4	58,3	53,9	26,5	391,8
7	32,2	42,6	71,3	46,9	44,4	25,8	3,9	10,5	33,8	57,9	42,7	29,9	441,9
8	22,0	25,7	26,9	29,0	25,7	20,2	4,5	8,5	47,6	50,7	31,5	18,9	311,2
9	42,3	53,0	76,3	58,9	45,7	26,9	4,4	11,3	31,9	63,8	55,9	40,7	511,1
10	23,9	29,3	32,8	33,6	26,8	23,0	4,9	14,9	29,2	58,5	32,5	21,7	331,1
11	24,6	26,9	27,9	31,2	29,4	21,0	4,0	11,8	51,6	49,8	34,1	18,0	330,3
12	31,7	37,6	42,6	40,3	41,9	24,7	4,4	12,9	26,3	47,1	25,7	27,5	372,7

*Estación con series deducidas

Este régimen no es compartido por Totana Alquerías y Totana La Carrasca, que tienen un máximo muy acusado en marzo y otro secundario en octubre. Las lluvias otoñales suponen casi el 40 por ciento de la aportación anual en la mayoría de los observatorios (tabla 23), superando incluso este umbral hacia el sureste de la Sierra (Totana Sr. Muñoz

41,0 por ciento y Totana IL 41,7 por ciento). En general se observa un claro predominio de las lluvias equinocciales, que aportan más del 60 por ciento del total anual en todos los enclaves e incluso se aproximan en algunos casos al 70 por ciento (Totana Alquerías, Totana IL y Totana Sr. Muñoz), frente a las registradas en verano e invierno que apenas suponen el 40 por ciento.

Tabla 23. Distribución estacional de las precipitaciones.

estación	Primavera		Verano		Otoño		Invierno	
	total	%	total	%	total	%	total	%
1*	87,0	27,9	40,0	12,8	119,6	38,3	65,3	20,9
2*	112,1	28,3	41,0	10,3	142,8	36,0	100,8	25,4
3	145,7	31,9	51,6	11,3	147,1	32,3	111,7	24,5
4	128,1	29,4	47,1	10,8	162,1	37,2	98,6	22,6
5	88,9	29,3	37,0	12,2	106,2	34,9	71,8	23,6
6	110,4	28,2	46,1	11,8	145,6	37,2	89,7	22,9
7	162,6	36,8	40,2	9,1	134,4	30,4	104,7	23,7
8	81,6	26,2	33,2	10,7	129,8	41,7	66,6	21,4
9	180,9	35,4	42,6	8,3	151,6	29,7	136,0	26,6
10	93,2	28,1	42,8	12,9	120,2	36,3	74,9	22,6
11	88,5	26,8	36,8	11,1	135,5	41,0	69,5	21,0
12	124,8	33,5	42,0	11,3	99,1	26,6	96,8	26,0

*estaciones con series deducidas

La altitud motiva la aparición de la nieve, siendo indicativo de su presencia la aparición en el paisaje de pozos de nieve utilizados en épocas pasadas. No obstante se carece de series de datos completas para los observatorios que registran este meteoro, en el interior de Sierra Espuña y sectores adyacentes, lo que hace inviable su análisis espacial. Aunque influyen sobre las condiciones de humedad de la vegetación, la mayoría de los incendios se producen en época estival siendo la temperatura y el balance hídrico las principales variables responsables del estado de la cubierta vegetal.

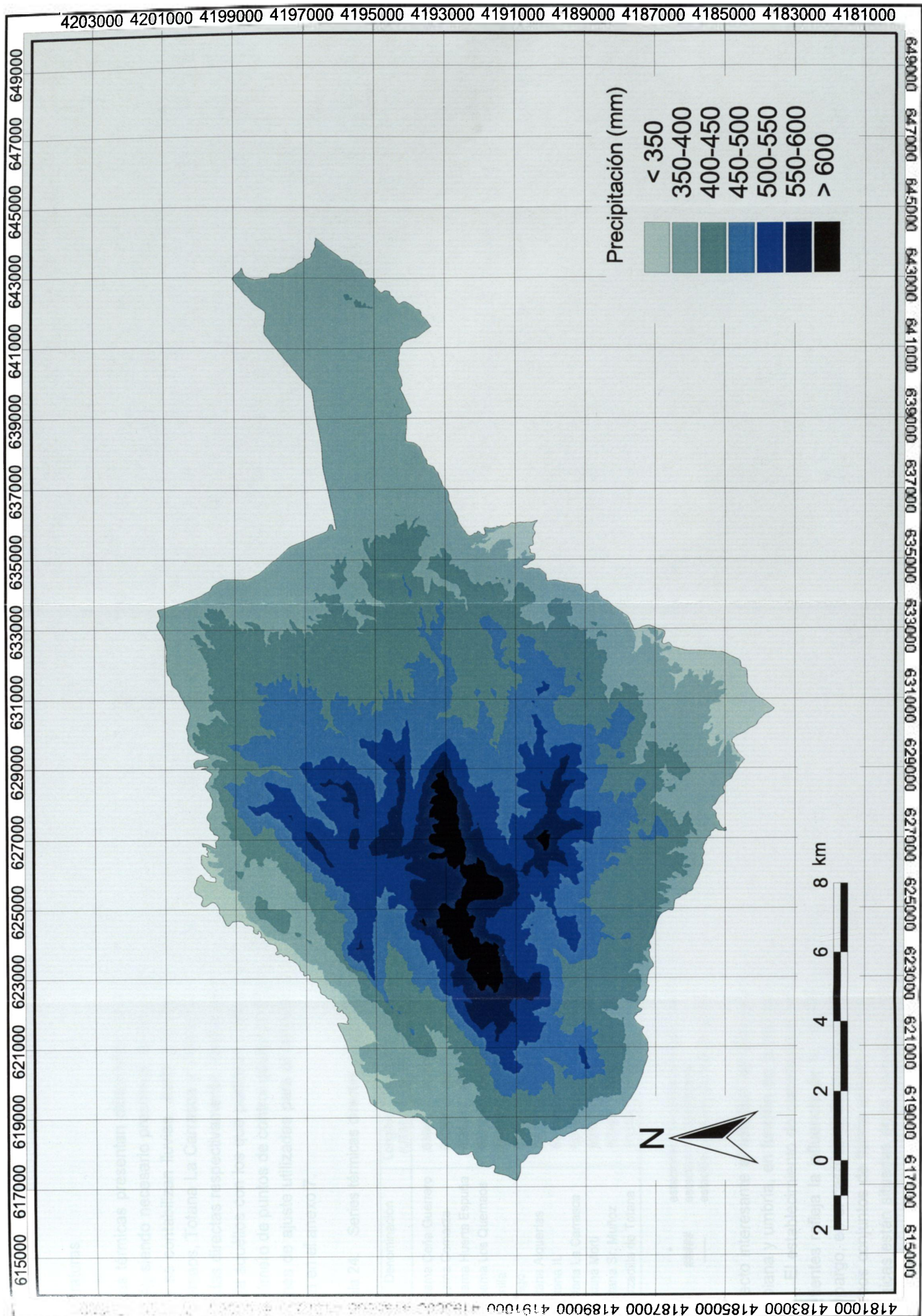


Figura 28 Mapa de isovetas anuales Sierra Espuña y estribaciones

- Temperaturas

Las series térmicas presentan diferencias respecto a las pluviométricas (tabla 24), siendo necesario prescindir del enclave de Pliego donde únicamente se contabilizan lluvias. Junto a él destacan Alhama Comarza, Los Quemaos, Totana La Carrasca y Totana Mortí, con 8, 4, 3 y 5 años de medidas directas respectivamente, insuficientes para cotejar de forma adecuada aquéllos con los que pudieran obtenerse por métodos indirectos. El número de puntos de control queda por tanto reducido a siete. Las ecuaciones de ajuste utilizadas para el relleno de series incompletas se muestran en el anexo 7.

Tabla 24. Series térmicas directas y deducidas, periodo 1968-1997.

nº	Denominación	Longitud (UTM)	Latitud (UTM)	Altitud (m)	Serie original	Estación base
1*	Alhama Ceña Guerrero	639407	4188860	167	1985-1997	Librilla
2	Alhama Comarza	646450	4191841	157	1989-1997	#####
3	Alhama Huerta Espuña	630550	4191280	752	1968-1997	-----
4	Alhama Los Quemaos	633500	4193900	692	1968-1971	#####
5	Librilla	644600	4194560	168	1968-1997	-----
6	Pliego	631350	4205820	406	-----	#####
7	Totana Alquilerías	625075	4188630	812	1968-1997	-----
8	Totana IL	632125	4180725	229	1968-1997	-----
9	Totana La Carrasca	624660	4191050	1115	1968-1970	#####
10	Totana Mortí	629200	4184575	424	1968-1972	#####
11	Totana Sr. Muñoz	631850	4182880	288	1968-1997	-----
12	Zarzadilla de Totana	613750	4193135	863	1968-1997	-----

* estaciones con series térmicas deducidas
 ##### estación no considerada
 ----- estación con serie térmica completa

Un aspecto interesante al estudiar las temperaturas es la diferenciación entre solana y umbría, en función de la ubicación de los distintos observatorios. El establecimiento de correlaciones múltiples para cada una de las vertientes refleja la influencia de la orientación sobre esta variable. Sin embargo, en el caso concreto de Sierra Espuña no es posible analizar ambos conjuntos de forma aislada ya que todas las estaciones meteorológicas están situadas en la vertiente meridional. En cualquier caso

el análisis integrado de los datos asegura que los resultados no estarán determinados por condicionamientos previos.

La recta de ajuste $y = -240,406 - 0,00841 \times \text{altitud} - 1,509 \cdot 10^{-4} \times \text{longitud} + 8,494 \cdot 10^{-5} \times \text{latitud}$, que presenta un coeficiente de determinación $r^2 = 0,97$ ($F = 29,21$; $p = 0,0101$), aplicada al modelo digital del terreno muestra la distribución espacial de las isotermas medias anuales. El mapa (figura 29) es fiel reflejo del relieve de la zona donde el gradiente térmico desde la vertiente oriental hacia el interior es directamente proporcional al incremento de la altitud. Por debajo de los 400 metros las temperaturas medias anuales superan los 16°C disminuyendo progresivamente a medida que se asciende.

La isoterma de $14,5^\circ\text{C}$ se sitúa próxima a los 600 metros descendiendo aproximadamente un grado en torno a los 1000 metros. Los enclaves más fríos corresponden al interior de manera que por encima de 1300 metros no se superan los $12,5^\circ\text{C}$ de media anual. Esta tendencia general presenta un comportamiento anómalo en Zarzadilla de Totana que, pese a estar 100 metros por encima de Huerta Espuña tiene una temperatura media anual de 16°C . Este valor, por encima de lo esperado, es consecuencia de factores locales que favorecen una posición de resguardo del observatorio.

Los contrastes mensuales de temperatura (tabla 25) condicionan una amplitud térmica anual entre $15,2^\circ\text{C}$, Totana Sr. Muñoz, y 17°C en Zarzadilla de Totana. Las mayores diferencias corresponden a este último enclave que, pese a encontrarse por encima de los 860 metros, presenta una media para el mes más cálido anormalmente alta si se compara con otros situados a altitudes similares como Totana Alquerías o Alhama Huerta Espuña.

Agosto es el mes más caluroso en todos los observatorios mientras que las temperaturas más bajas se registran en enero, siendo especialmente frescos los observatorios del interior que no alcanzan los 8°C .

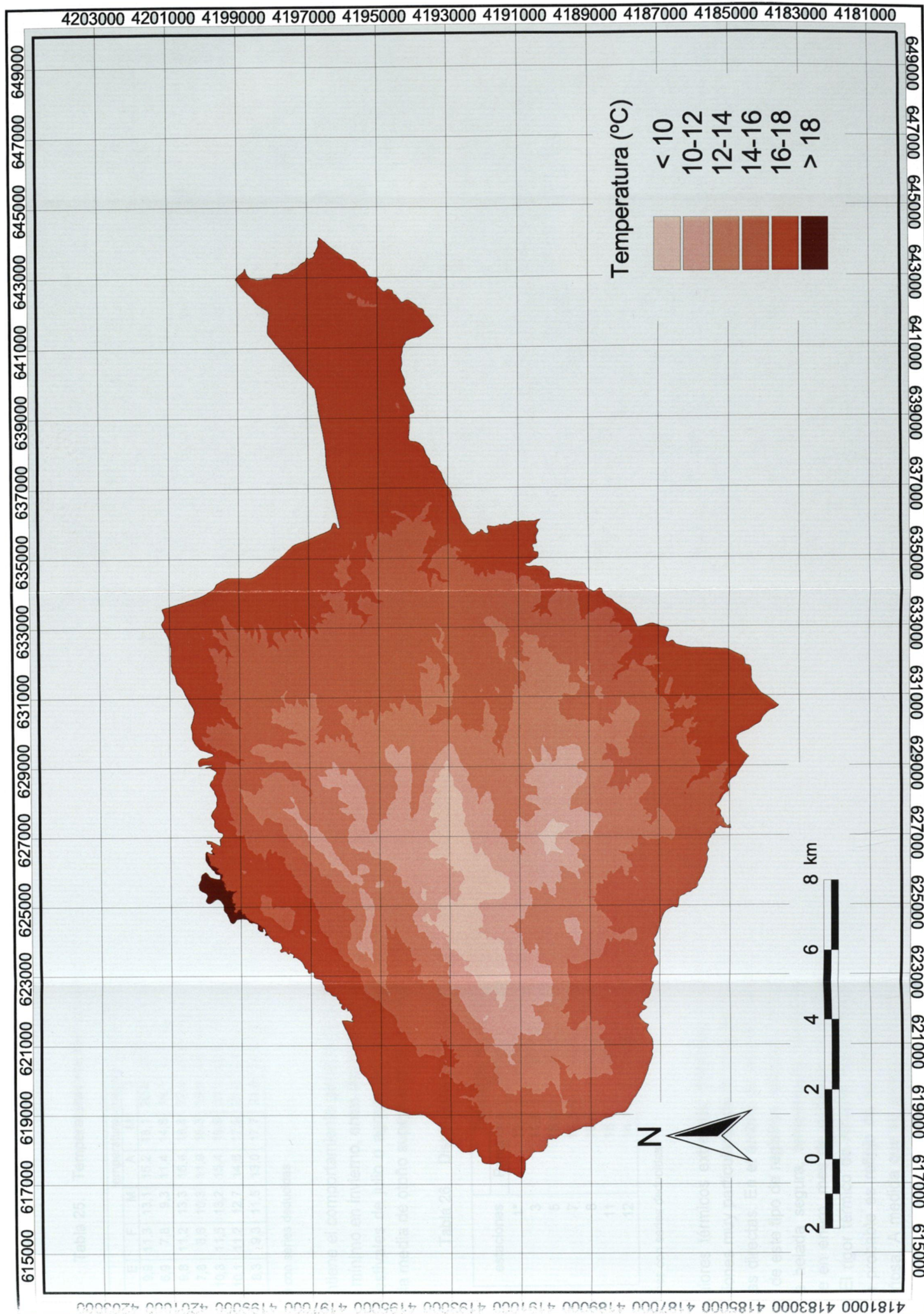


Figura 29. Mapa de isotermas medias anuales. sierra Espuña y estribaciones

Tabla 25. Temperaturas medias mensuales y anuales

nº	temperaturas medias mensuales (mm)												total anual
Est	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
1*	9,9	11,3	13,1	15,2	18,1	22,0	25,5	25,9	22,9	18,4	13,8	10,8	17,2
3	6,9	7,8	9,3	11,4	14,8	19,1	22,9	23,1	19,5	14,8	10,7	7,6	13,9
5	9,8	11,2	13,3	15,4	18,8	22,9	26,6	26,7	23,2	18,2	13,6	10,6	17,5
7	7,8	8,6	10,3	11,9	15,3	19,6	23,4	23,5	19,3	15,4	11,4	8,1	14,5
8	10,3	11,5	13,2	15,4	18,9	23,0	26,2	26,5	23,4	18,6	14,4	11,2	17,7
11	10,1	11,2	12,7	14,6	17,9	21,6	24,7	25,3	22,2	17,7	13,8	10,9	16,9
12	8,3	9,3	11,5	13,0	17,7	21,5	24,9	25,3	21,5	16,6	12,1	8,6	15,9

*Estación con series deducidas

Se mantiene el comportamiento generalizado de las zonas mediterráneas con un mínimo en invierno, entre diciembre y enero, separado de los máximos estivales de julio o agosto por dos largas estaciones intermedias donde la media de otoño supera a la de primavera (tabla 26)

Tabla 26. Distribución estacional de temperaturas.

estaciones	Temperaturas medias estacionales			
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
1*	15,5	24,5	18,4	10,7
3	11,8	21,7	15,0	7,4
5	15,8	25,4	18,3	10,5
7	12,5	22,2	15,4	8,2
8	15,8	25,2	18,8	11,0
11	15,1	23,9	17,9	10,7
12	14,1	23,9	16,7	8,7

*Estaciones con series deducidas

Los valores térmicos extremos, máximas y mínimas absolutas, reflejan condiciones muy particulares de la zona por lo que es preciso contar con medidas directas. En el ámbito de estudio seis de los observatorios disponen de este tipo de registros (anexo 8). Ninguno de ellos presenta meses de helada segura, temperatura media de mínimas inferior a 0°C, aunque en enero, mes de mínimas, es probable su aparición en todos ellos. El rigor térmico de Alhama Huerta Espuña, con cuatro meses de helada probable es reflejo de su ubicación en el interior de una zona montañosa. A medida que se avanza hacia el sur y hacia el este el nú-

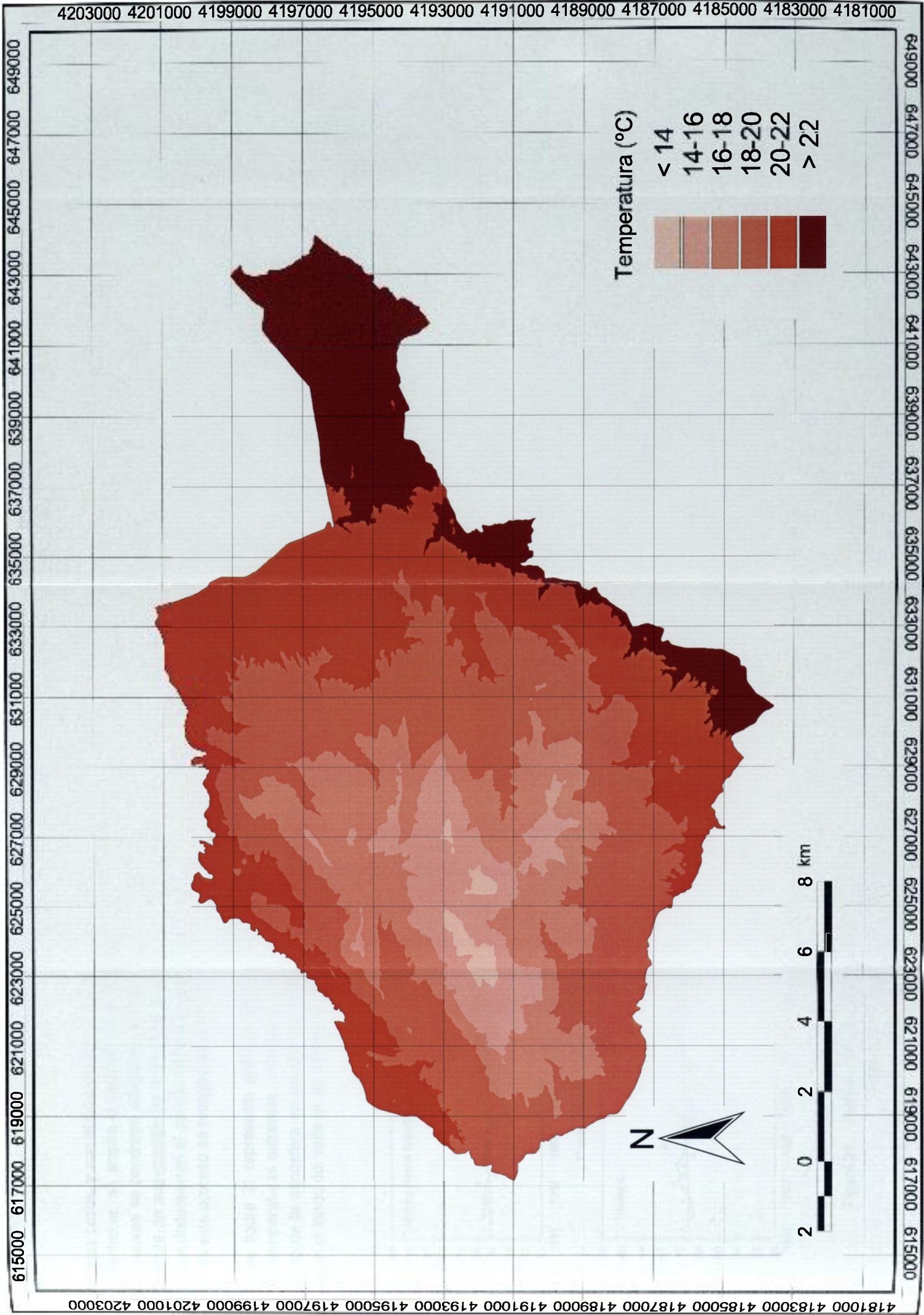


Figure 10: Map of temperature distribution in the study area.

En ambos casos, y con el fin de tener en cuenta una secuencia temporal representativa, se amplía el periodo de análisis a los años 1957-1997. Estos valores se ponderan aplicando el método de medias móviles, con una banda de suavización de 5 en 5, para eliminar fluctuaciones o "ruidos" que distorsionen el comportamiento general de la series. Los resultados de este proceso se recogen en el anexo 9.

Las figura 31 representa gráficamente la autocorrelación temporal de las temperaturas extremas, mostrando una ligera tendencia al calentamiento de la atmósfera en los últimos treinta años, que se hace más nítida en el fondo del valle (p. ej. Totana IL).

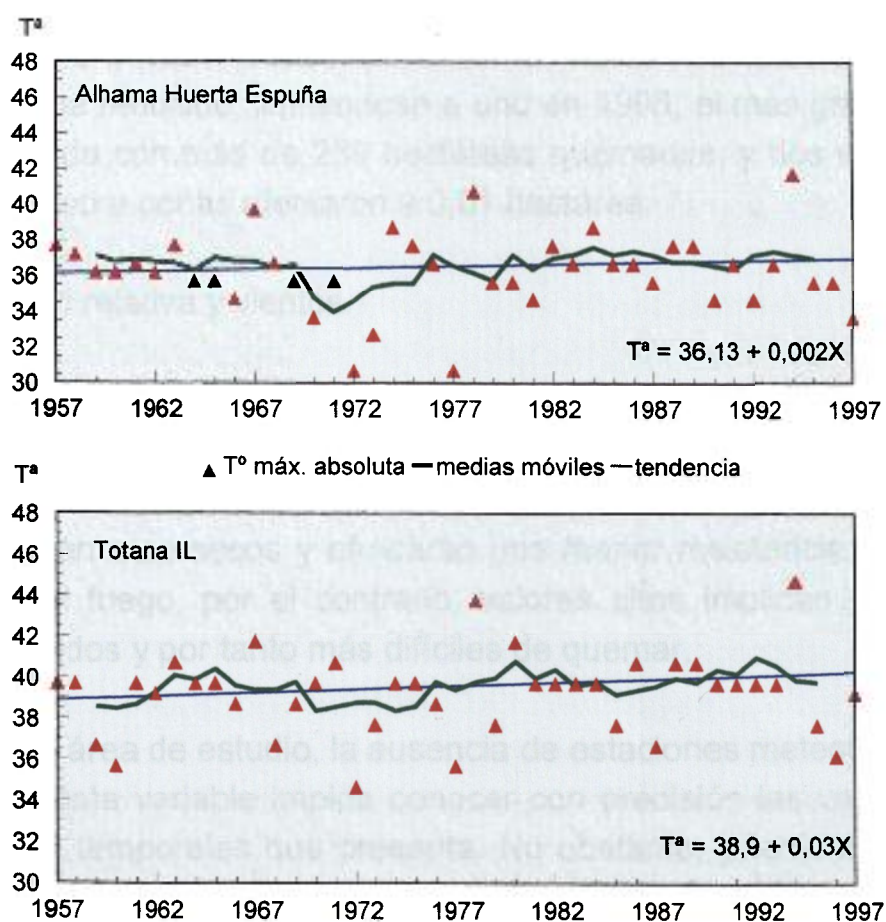


Figura 31. Autocorrelación temporal de temperaturas máximas absolutas

En ambos casos las máximas absolutas más altas corresponden al año 1994 con 42 °C en Alhama Huerta Espuña y 45 °C en Totana IL, por lo que teniendo en cuenta el papel de la temperatura en la ocurrencia de incendios forestales, cabría esperar un incremento del número de sucesos producidos durante este año. Sin embargo, solo hay constancia de tres incendios durante estos doce meses, por debajo de los 7 registrados en 1995 y la mitad de los de 1985 que son los años de mayor incidencia para el periodo 1985-1997 del que se poseen datos.

En el extremo opuesto destaca 1987, durante el cual no se produjo ningún incendio en Sierra Espuña, aunque las temperaturas máximas absolutas en este año, 36 °C en Alhama Huerta Espuña y 37°C en Totana IL no fueron las más bajas de los últimos trece años que se registraron en 1996 y 1997 respectivamente. En estos dos años el número de sucesos fue reducido, limitándose a uno en 1996, el más grave de la serie analizada con más de 250 hectáreas quemadas, y dos en 1997, que en este caso a penas afectaron a 0,01 hectárea.

- Humedad relativa y vientos

La *humedad relativa* del aire, que determina el contenido en vapor de agua del mismo, influye en el comportamiento del fuego ya que condiciona la humedad del combustible. Cuanto menor sea ésta, los combustibles estarán mas secos y ofrecerán una menor resistencia a ser atacados por el fuego, por el contrario, valores altos implican combustibles mas húmedos y por tanto más difíciles de quemar.

En el área de estudio, la ausencia de estaciones meteorológicas que registren esta variable impide conocer con precisión las variaciones espaciales y temporales que presenta. No obstante, y teniendo en cuenta las consideraciones apuntadas en la metodología, capítulo 4, se lleva a cabo una aproximación a las condiciones dominantes durante el mes de agosto, mes de máximas temperaturas medias en la zona y en el que se registra el mayor número de incendios. Para ello se extrae el valor medio de agosto para la serie 1968-1997 correspondiente al observatorio de

Alcantarilla (anexo 10), extrapolando este dato, 56,3 por ciento, al conjunto de Sierra Espuña siendo conscientes de que este hecho lleva implícito una infravaloración de los datos reales, ya que la mayor altitud y cubierta vegetal de la zona de estudio, suponen unas condiciones de humedad más favorables.

El *viento*, es sin duda, uno de los factores mas importantes en los incendios forestales, ya que afecta directamente a la intensidad, velocidad y dirección de propagación del fuego. En general la distribución de tierras y mares y el cambio de estaciones a lo largo del año, condiciona diferencias de temperatura sobre la superficie de la tierra que originan movimientos horizontales de aire dando lugar a lo que se conoce como vientos generales. Junto a ellos, los vientos locales, que afectan muy directamente al comportamiento del fuego, están motivados por la topografía y las diferencias de temperatura entre el día y la noche, al tiempo que se ven afectados por las variaciones de calor producidas por el incendio, originando corrientes ascendentes y remolinos que provocan variaciones imprevisibles en el avance del frente y dificultan las tareas de extinción. Entre los principales efectos del viento sobre el incendio destacan el efecto desecante sobre la vegetación que aún no ha sido afectada haciéndola más vulnerable, aportación de oxígeno a la combustión que contribuye a reactivar el incendio, y propagación de la llamas hacia el combustible facilitando su ignición y dando origen a focos secundarios mediante el desplazamiento de chispas o pavesas.

La cuantificación de este parámetro resulta especialmente compleja, debido a la influencia de múltiples factores locales que hacen necesario disponer de medidas directas sobre el terreno. Sin embargo, tampoco existe en el área de estudio ninguna estación meteorológica que registre esta variable siendo preciso recurrir a los observatorios más cercanos que ofrezcan una aproximación a las condiciones generales de la zona. Se utilizan los registros de vientos disponibles en Alcantarilla y Lorca Cerealicultura (anexo 11) que muestran una velocidad media para el mes de agosto de 6,7 y 6,4 km/h respectivamente. Este dato se utiliza como indicativo para asignar, con carácter general al conjunto de Sierra Espuña,

una velocidad media mensual en agosto de 7 km/h, sin que sea posible considerar la incidencia de factores locales, ligados sobre todo a la topografía, que introducen importantes variaciones en la velocidad y dirección del viento. Estas limitaciones motivan que las velocidades máximas registradas en estas dos estaciones no deban extrapolarse al conjunto del territorio, aunque, ante la ausencia de información, se utilizan en posteriores capítulos, para realizar una serie de simulaciones del comportamiento del fuego en diversos sectores del área de estudio tratando de emular las condiciones de un día concreto.

Por otra parte, se considera como la dirección del viento general de la zona la noreste ya que el tiempo total durante agosto en que el viento sopla del primer cuadrante es mayoritario en los dos observatorios (anexo 10). En Alcantarilla supone el 82,1 por ciento de los casos y en Lorca Cerealicultura el 100 por ciento, según la información disponible en la última década.

- Condiciones bioclimáticas

La franja altitudinal caracterizada por unos parámetros climáticos determinados es el *piso bioclimático*, habitat de una combinación de especies y comunidades vegetales que le son propias, *termotipos*, en cuya delimitación resulta esencial el papel ejercido por las temperaturas. Al mismo tiempo, los cambios significativos de la estructura y dinamismo de la vegetación en el seno de cada piso están condicionados por las precipitaciones, de manera que se han designado una serie de intervalos, *ombroclimas*, dentro de los cuales ha sido contrastada la homogeneidad de la vegetación (Alcaráz Ariza *et al.*, 1991).

Para la delimitación de termotipos ha resultado muy efectivo el *índice de termicidad* (It), (Rivas Martínez *et al.*, 1984). Mediante su aplicación este autor diferencia en la Región Mediterránea un total de seis pisos bioclimáticos ($-70 > It > 510$) divididos a su vez en horizontes según una serie de umbrales intermedios, de los cuales sólo dos, mesomediterráneo y termomediterráneo, aparecen en el ámbito de Sierra Espuña (tabla 27).

El interior y sector occidental corresponden al primero, el más extendido en la Región de Murcia, donde aparecen, entre otras formaciones de al-baida, *Anthyllis terniflora*, avena borde, *Avenula murcica*, rabo de gato, *Sideritis Murgetana* o canaillo real *Ephedra fragilis*. Las temperaturas medias de máximas del mes más frío condicionan la diferenciación de horizontes. Aquéllos en los que no se alcanzan los 12°C de media máxima en enero, los interiores, quedan en el horizonte medio (It 261-300), mientras que Zarzadilla, por encima de este umbral se sitúa en el inferior (It 301-350). El periodo de heladas probables oscila entre cuatro y dos meses determinando la presencia de formas vegetales resistentes al frío.

Tabla 27. Índice de termicidad y periodo de heladas probables

Estación	It	Piso Bioclimático		Meses de helada probable
		Piso	Horizonte	
Alhama Huerta Espuña	277	Mesomediterráneo	Medio	Ene-Feb-Mar-Nov
Librilla	374	Termomediterráneo	Superior	Ene
Totana Alquerías	300	Mesomediterráneo	Medio	Ene-Feb
Totana IL	382	Termomediterráneo	Superior	Ene
Totana Sr. Muñoz	372	Termomediterráneo	Superior	Ene-Feb
Zarzadilla de Totana	321	Mesomediterráneo	Inferior	Ene-feb

En la vertiente oriental aparece representado el piso termomediterráneo, horizonte superior, caracterizado por la presencia de elementos como palmito, *Chamaerops humilis*, tomillo *Thymus hyemalis*, arisaro *Arisarum vulgare* o la gramínea *Aristida coerulescens*. La media de máximas de enero supera los 15°C quedando reducidas a éste mes las heladas probables. La única excepción es Totana Sr. Muñoz, donde pueden aparecer también en febrero.

Por otra parte, los tipos ombroclimáticos correspondientes a los intervalos de precipitación establecidos dentro de cada piso bioclimático (tabla 28) dependen de los volúmenes anuales de lluvia y de los resultados del índice de termicidad.

En Sierra Espuña y su entorno se constata la presencia de los ombroclimas seco y semiárido. Al tipo seco corresponden los observatorios de Alhama Huerta Espuña, Totana Alquerías y Totana Sr. Muñoz, con

precipitaciones anuales superiores a 370 mm, mientras que Librilla y Zarzadilla de Totana se enmarcan dentro del tipo semiárido, con valores medios por debajo del umbral de los 350 mm/año.

Tabla 28. Identificación de ombrotipos o tipos ombroclimáticos

Ombrotipo	It > 350	350 < It > 146	It < 146
Semiárido	150 - 400 mm	151 - 350 mm	-----
Seco	401 - 600 mm	351 - 500 mm	-----
Subhúmedo	-----	501 - 900 mm	401 - 700 mm
Húmedo	-----	> 900 mm	-----

El volumen de agua que, una vez precipitado vuelve a la atmósfera, es el resultado de la acción conjunta de la transpiración de las plantas en su ciclo vegetativo y las pérdidas por evaporación, directamente del suelo y las superficies vegetales vivas o muertas (evapotranspiración y evaporación). Ambos parámetros pueden obtenerse a partir de medidas directas de lisímetros y evaporímetros, o mediante la aplicación de métodos empíricos.

La determinación de la evapotranspiración es compleja habiendo sido objeto de numerosas propuestas. Entre ellas revisten especial interés los modelos de Thornthwaite (1951) y Jensen-Haise (1963). El primero, mediante una serie de relaciones entre las temperaturas y los índices de calor e iluminación, y de acuerdo con la latitud del lugar, establece el volumen de agua que se perderá si las reservas del suelo fueran suficientes para compensar las pérdidas máximas (ETP). Se acepta como premisa inicial que en los meses cuyas precipitaciones superan a la ETP el agua que realmente se pierde (ETR) es igual al máximo volumen capaz de ser evapotranspirado, resultando el balance positivo. Por el contrario, aquellos en los que es negativo ($P < ETP$) el volumen perdido estará en función de la reserva hídrica que tenga el suelo, resultado del almacenamiento en los meses precedentes.

Se admite por tanto la presencia de agua en el suelo, fruto de la acumulación en aquellos meses en los que el balance es positivo. El volumen máximo de agua que un suelo puede albergar, capacidad de al-

macenamiento, dependerá del tipo de suelo, profundidad, capacidad de retención y características de la vegetación que se encuentra instalada en él. La variabilidad espacial de estos elementos hace sumamente difícil su determinación exacta, por lo que se le asigna el valor 100 mm, umbral fijado por diversos investigadores (Ortíz Silla *et al.*, 1990, entre otros) como valor medio máximo de la reserva para los suelos del sureste peninsular. Aquellos meses en los que las precipitaciones sean suficientes para compensar las pérdidas máximas, la reserva hídrica disminuirá, apareciendo déficit si la persistencia de esta situación produce su agotamiento. Por otra parte, una vez alcanzada la capacidad máxima de almacenamiento (100 mm), si la precipitación supera a la ETR, la diferencia origina un excedente hídrico, superávit, que se pierde de unos meses a otros.

La reiterada utilización del método de Thornthwaite, como aproximación a la cuantificación de la ETP y ETR, ha dado lugar al desarrollo de modelos que permiten calcular el balance hídrico para un observatorio concreto a partir de sus registros termopluviométricos. Entre estas aplicaciones destacan el programa informático Bioclima, desarrollado por el equipo de Fitosolciología del Departamento de Biología Vegetal (Botánica) de la Universidad de Murcia, (Alcaráz Ariza, 1993) y la clasificación climática que bajo entorno Windows elabora Peña García (1994) en la Universidad de Barcelona y que este autor aplica a las estaciones meteorológicas peninsulares de primer orden.

Utilizando el programa Bioclima se confeccionan las fichas hídricas para los observatorios del área de estudio, que cuentan con registros térmicos y pluviométricos (anexo 13). A partir de los valores de ETP y ETR se obtienen las disponibilidades hídricas mensuales (Lautensach y Mayer (1960)), de forma que aunque ninguno presenta meses húmedos ($ETP-ETR < 0$), se observan diferencias relacionadas con la posición que ocupan, de ahí que se presenten ordenadas en función de su longitud geográfica (figura 32). En los observatorios ubicados en el interior de la zona montañosa, Totana Alquerías y Totana Huerta Espuña, el déficit queda reducido al periodo estival, mientras que hacia el este ya en abril

las diferencias entre ETP y ETR se sitúan por encima del umbral de los 20 mm superando los 25 mm en mayo. Las lluvias otoñales acompañadas del descenso térmico especialmente significativo a partir de octubre, favorecen la situación intermedia que después de éste mes caracteriza a todas las estaciones.

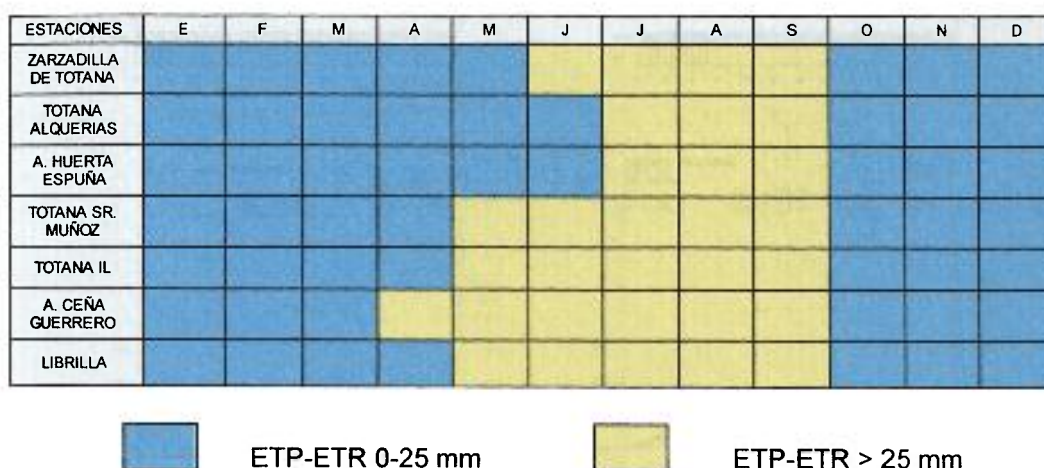
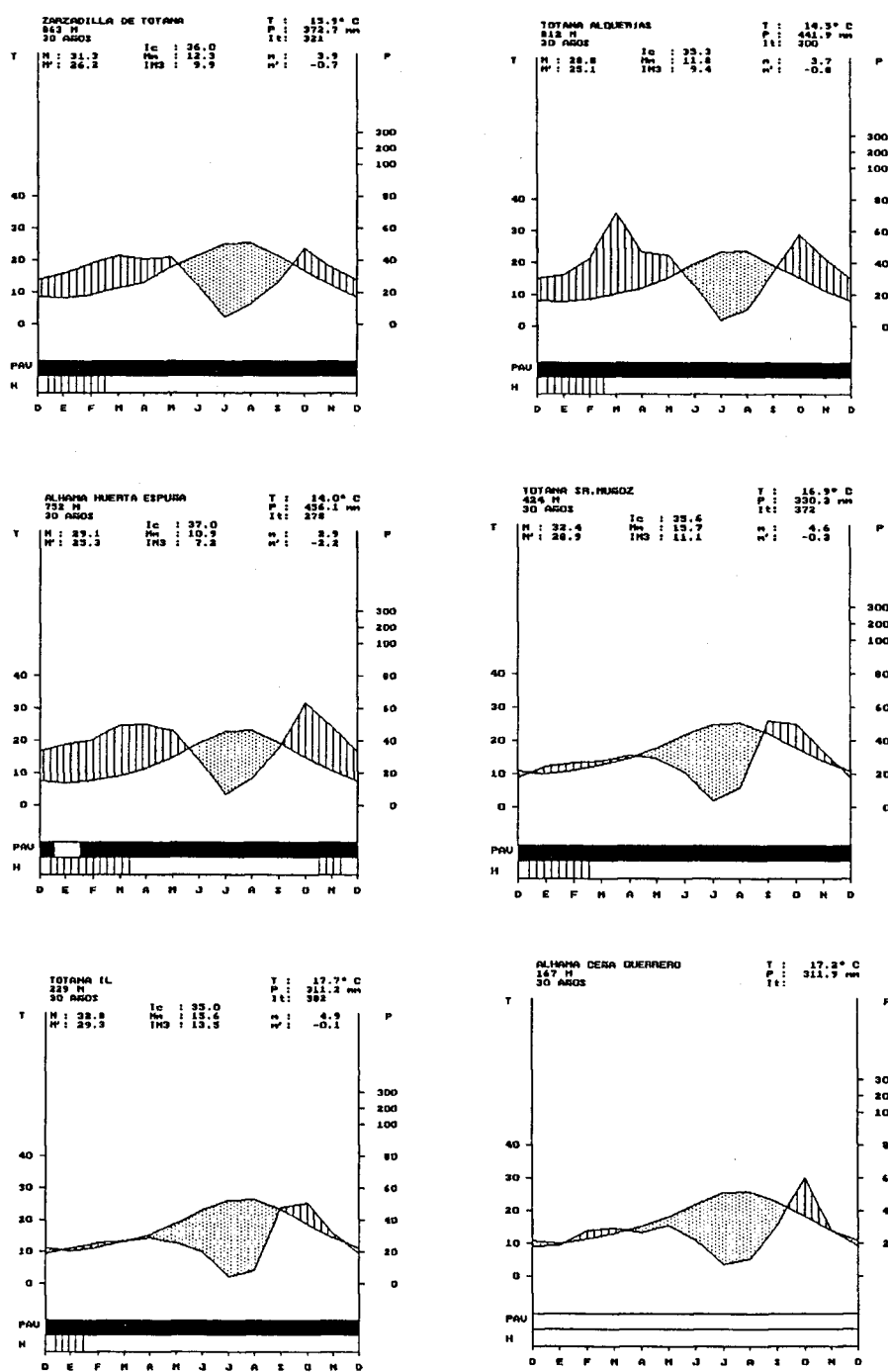


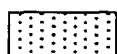
Figura 32. Disponibilidades hídricas mensuales

Las particulares condiciones de Zarzadilla de Totana al oeste, con temperaturas más altas de lo que le correspondería por su situación en el contexto del territorio, condicionan el adelanto del déficit a junio. Esta situación se mantiene hasta octubre, mes de máxima precipitación mensual, coincidiendo con un descenso de casi 5°C en la temperatura media mensual.

Mediante las posibilidades gráficas que ofrece el programa Bioclima se elaboran los diagramas ombrotérmicos que, además de considerar meses húmedos y secos, incluyen la posibilidad de contemplar los valores térmicos extremos, máximas y mínimas absolutas, así como la presencia de heladas y su incidencia en los periodos de actividad vegetativa. Se confeccionan los más representativos (figura 33), que se presentan ordenados de oeste a este, coincidiendo en gran medida con un progresivo descenso altitudinal.



M	Tª media del mes más cálido	T	Tª media anual
M'	Tª máxima absoluta del mes más cálido	P	Precipitación anual
Ic	Índice de continentalidad	It	Índice de termicidad
MM	Tª media de máximas del mes más frío	M	Tª media de mínimas del mes más frío
IM3	Índice de mediterraneidad	M'	Tª mínima absoluta del mes más frío



PERIDO SECO



PERIDO HÚMEDO

Figura 33. Diagramas ombrotérmicos de las estaciones meteorológicas más representativas de Sierra Espuña y su entorno.

Entre los rasgos comunes a todos los enclaves destaca la probabilidad de que aparezcan heladas coincidiendo con el mes mas frío. El periodo de actividad vegetativa se extiende a lo largo de todo el año, salvo en Alhama Huerta Espuña, donde la temperatura media de enero es inferior a 7,5°C, umbral por debajo del cual dicha actividad queda paralizada (Hall, 1948).

En función del comportamiento de las curvas de precipitación y temperatura pueden establecerse dos grupos diferenciados: el primero incluiría Zarzadilla de Totana, Totana Alquerías y Alhama Huerta Espuña, donde los meses secos quedan prácticamente reducidos a la época estival. El resto del año, la curva de precipitaciones queda por encima de la de temperaturas indicando la ausencia de déficit. La cuantía total de las lluvias es superior en los observatorios interiores, destacando especialmente el máximo primaveral de Totana Alquerías.

En el segundo grupo se enmarcarían las demás estaciones, caracterizadas por la dilatación en el tiempo del periodo seco, que se adelanta a abril. En los primeros meses del año la curva de las precipitaciones, aunque supera a la de temperaturas, se mantiene muy próxima a ella llegando incluso a superponerse como se observa en la gráfica correspondiente a Totana IL. En septiembre comienza la recuperación de las lluvias que alcanzan su punto álgido en octubre, momento a partir del cual ambas curvas vuelven a converger.

5.2.3. Cubierta vegetal y cartografía de modelos combustibles.

La riqueza y diversidad de la vegetación y flora de la Región de Murcia, debido a la variada y peculiar orografía, litología y climatología que presenta, ha sido puesta de manifiesto en diversos estudios entre los que destacan los trabajos de Esteve Chueca (1973), dedicado a las regiones central y meridional de la provincia; Ríos Ruíz y Alcaráz Ariza (1996) sobre las zonas húmedas y riberas del río Segura, las aportaciones de Sánchez Gómez *et al.*, (1998) que dedican especial atención a las plan-

tas amenazadas y de interés nacional y europeo; la recopilación sobre plantas medicinales realizada por Obón de Castro (1991) o los trabajos de Alcaráz Ariza *et al.*, (1988, 1989, 1998) que, además de catalogar las plantas aromáticas, condimentarias y medicinales, realizan un primer intento para descubrir e ilustrar las plantas más frecuentes de la región mediante la descripción de más de trescientas especies.

En líneas generales, Sierra Espuña se encuentra dominada por un extenso pinar dominado que convierte a este espacio en una isla verde ubicada en la zona central de la Región de Murcia. La mayor parte de la cobertura vegetal actual es resultado de repoblaciones forestales realizadas entre 1891 y 1902, a raíz de la creación de la "Comisión de Repoblación de la Cuenca del Segura", creada en 1888 cuando se constató la negativa influencia que las laderas deforestadas habían ocasionado durante la grave riada de Santa Teresa en 1879. En los trabajos, que se prolongaron durante doce años, ejerció un papel destacado la figura de Ricardo Codorníu cuyo nombre ha quedado desde entonces ligado a este entorno (Alonso Navarro, 1982). Las primeras siembras y plantaciones utilizaban como elemento básico el pino carrasco, aunque también se introdujeron encinas, hoy prácticamente desaparecidas, pino negral en las umbrías y olmos y chopos en las zonas más húmedas. La forma en que se llevaron a cabo estos trabajos, tratando de favorecer la diseminación natural y el desarrollo del sotobosque, motivó que en 1931 se declarase el macizo central como Sitio Natural de Interés Nacional.

Actualmente el paisaje vegetal de Sierra Espuña se compone básicamente de pinares heredados de las repoblaciones del siglo XIX (Cánovas Gil *et al.*, 1997). Su conservación ha sido mejor en las umbrías, donde presentan un sotobosque bien desarrollado formado por especies características del matorral mediterráneo como la coscoja (*Quercus coccifera*), enebro (*Juniperus oxycedrus*) o lentisco (*Pistacea lentiscus*), dando paso en las zonas más secas a matorrales de menor porte como el esparto (*Stipa tenacissima*), romero (*Rosmarinus officinalis*) y tomillos (*Thymus s.p.*), entre otros. En las cumbres más elevadas aparecen sabinares de sabina negra (*Juniperus phoenicea*) y formaciones almohadilla-

das destacando la tollaga o "cojín de monja" (*Erinacea anthyllis*). El carrascal o encinar (*Quercus rotundifolia*) que siglos atrás debió cubrir buena parte de la sierra (Aguila Guillén y Provencio Ruíz, 1989) se encuentra hoy reducido a pequeños retazos muy localizados y que aparece formando bosquetes mixtos con pinar. En el área de Gebas, el sustrato margoso con abundantes sales, condiciona un escaso desarrollo de la cobertura vegetal en este sector. La presencia de individuos aislados de ciprés, fresno o cedro, son testimonio de la acción humana sobre el medio (M.A.P.A, 1996).

La cartografía más completa disponible sobre la vegetación de Sierra Espuña y su entorno forma parte de los estudios previos llevados a cabo por la Agencia Regional para el Medio Ambiente y la Naturaleza (1993) para la elaboración del Plan de Ordenación de Recursos Naturales de la sierra. Partiendo de esta información, que se completa con los datos procedentes del Catastro de Rústica de la Comunidad Autónoma de Murcia, trabajos de campo e información adicional extraída de diversas publicaciones (Esteve Chueca, 1973; Baeza Berna, 1989; Alcaraz Ariza *et al.*, 1991, 1998, 1999), se elabora el mapa de vegetación del área de estudio (figura 34). En él se establecen trece categorías, tabla 29, que constituyen la base para la elaboración de una cartografía de modelos combustibles, esencialmente útil como aproximación al comportamiento del fuego en el área de estudio, de acuerdo con sus características particulares.

El mayor porcentaje corresponde a pinares constituidos por tres especies, en orden de abundancia: *Pinus halepensis* (pino carrasco), *Pinus pinaster* (pino rodeno) y *Pinus nigra* (pino negal), siendo el primero el más importante y el que predomina casi de forma exclusiva en altitudes inferiores a los 1000 metros. El sotobosque presenta especies propias del matorral alto y es especialmente significativo en la vertiente septentrional. El grupo de pinares altos es mayoritario, 40,7 por ciento, y se localiza en el interior y norte del macizo, donde aparecen las densidades más elevadas con árboles bien desarrollados que superan los 6 metros de altura. Los sectores periféricos del sur y sureste están ocupados por

pinos menos maduros, en su mayoría provenientes de repoblaciones, caracterizados por un pobre desarrollo de los árboles.

Tabla 29. Ocupación del suelo en Sierra Espuña y Gebas.

Usos del suelo *	nº píxeles	hectáreas	%
pinos altos	422.666	9.515,1	40,7
pinos bajos	71.826	1.617,0	6,9
pinar+matorral bajo	7.294	164,2	0,7
pinar+carrascal	5.626	126,7	0,5
carrascal	7.278	163,8	0,7
repoblaciones recientes	44.232	995,8	4,3
matorral alta montaña	48.809	1.098,8	4,7
matorral alto	126.744	2.853,3	12,2
matorral bajo	77.023	1.734,0	7,4
matorral de margas	69.356	1.561,4	6,7
cultivos abandonados	4.671	105,2	0,5
cultivos	149.805	3.372,4	14,4
residencial	2.615	58,9	0,3
Totales	1.037.945	23.366,4	100

*Usos del suelo digitalizados a partir del análisis de los "Estudios Básicos" del PORN de Sierra Espuña (1993).

Los carrascales son pequeños retazos (0,7 por ciento) constituidos por unos pocos individuos rebrotados de cepa, con una estructura enmarañada y de alturas entre 3 y 4 metros, que aparecen dispersos por el centro y norte del territorio. Alcanzan su mayor extensión superficial continua con 126,7 hectáreas, en el término municipal de Mula, al norte del Cerro del Rayo y en las proximidades del barranco de las Cuevas, donde aparecen combinados con pinos (UTM 625902,8 / 4196341,0).

Las repoblaciones recientes (realizadas mediante fajas o aterrazamientos en los últimos veinte años) se localizan en los parajes Camino de Fuente Blanca y El Pinillo, al norte y noroeste de la máxima elevación de Espuña (Cerro Espuña, 1583 m), y aparecen dispuestas en una estrecha franja a ambos lados de uno de los caminos que discurre por el centro del macizo. Son, en general, pequeños árboles de entre 2 y 3 metros

de altura, que ofrecen un aspecto denso, ubicados sobre suelos muy perturbados como consecuencia de las labores de repoblación. En esta zona interior destacan sobre todo el *Pinus pinaster*, *Pinus nigra* y algunos *Pinus sylvestris*, frente al *Pinus halepensis* que se introduce en el extremo oriental de los barrancos de Gebas, compartiendo protagonismo con el matorral de margas característico de este sector.

Dentro de la unidad de matorral se diferencian cuatro conjuntos:

El matorral de alta montaña, que aparece en los niveles altos de la zona de estudio, parajes de Piedras Blancas, Prado Mayor y Cerro Espuña, rodeando a los pinares de repoblación del interior de la sierra. Predominan leguminosas de porte almohadillado adaptadas a las fuertes ventiscas y a las nevadas invernales, como tollaga (*Erica anthyllis*), aliaga (*Genista scorpius*), y gramíneas como lastón (*Helictotrichon filifolium*). También se encuentran individuos más o menos aislados de sabina negra (*Juniperus phoenicea*), enebro (*Juniperus oxicedrus*) y carrasca (*Quercus rotundifolia*).

El matorral alto, que presenta pequeños retazos aislados en la vertiente meridional, alcanza su mayor extensión en el Término Municipal de Mula, extendiéndose a modo de cuña de Oeste a Noreste y Este de forma paralela a la división administrativa entre este municipio y los de Totana y Alhama de Murcia. En su conjunto cubre una superficie próxima a 2300 hectáreas, presentando como elementos más característicos coscoja (*Quercus coccifera*) y lentisco (*Pistacia lentiscus*), con alturas entre 1,5 y 2 metros. El conjunto de matorral bajo agrupa especies de escaso porte, la mayoría no alcanzan el metro de altura, entre las que destacan esparto (*Stipa tenacissima*), romero (*Rosmarinus officinalis*) y albaida (*Anthyllis cystisoides*) acompañadas de caméfitos, sobre todo especies de tomillar como *Thymus sp. pl.*, *Sideritis sp. pl.*, *Helianthemum sp. pl.*, *Fumana sp. pl.* y jaras (*Cistus sp. pl.*). La cobertura es inferior a la del matorral alto. En el Oeste y Noreste aparecen sectores bien definidos, aunque su mayor representación se localiza en el Sur y Sureste donde se combi-

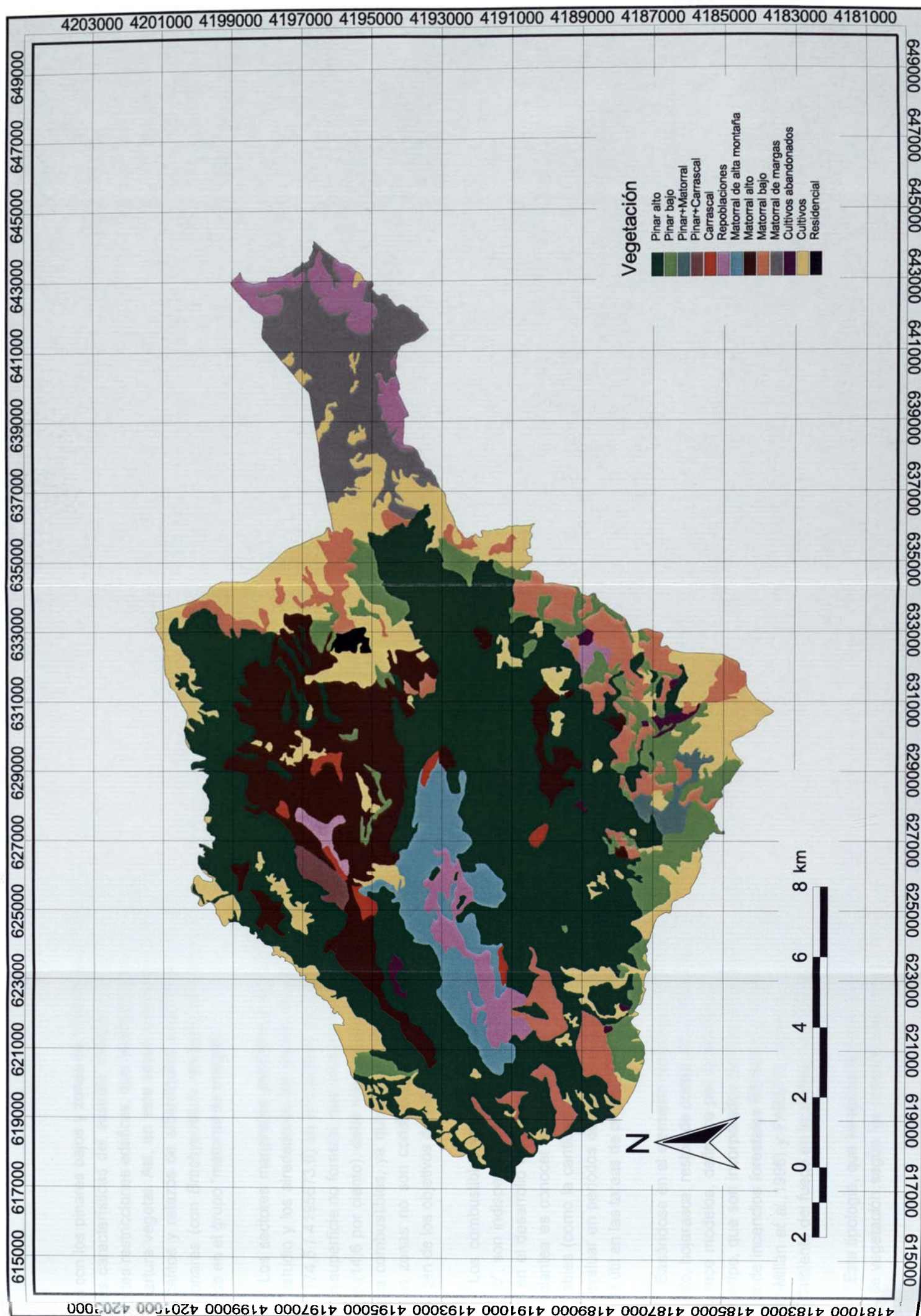


Figura 34. Mapa de vegetación Sierra Espuña y Gebas

nan con los pinares bajos y zonas de cultivos abandonados. Las particulares características del sustrato margoso del área de Gebas imponen fuertes restricciones edáficas, que condicionan el escaso desarrollo de la cobertura vegetal. Así, en este sector predominan sobre todo pequeños caméfitos y retazos de albardinales (dominado por *Lygeum spartum*) y lastonares (con *Brachypodium retusum*) empobrecidos, que se han incluido en el grupo "matorral de margas".

Los sectores marginales próximos a los límites exteriores del área de estudio y los alrededores del núcleo de población de El Berro (UTM 632774,5 / 4195673,0) se encuentran ocupados por terrenos de cultivo. Esta superficie no forestal, que en conjunto supone cerca de 3450 hectáreas (14,6 por ciento), debe ser excluida al realizar la asignación de modelos combustibles, ya que los incendios que puedan producirse sobre estas zonas no son considerados forestales y por lo tanto quedan al margen de los objetivos de este análisis.

Los combustibles vegetales, al ser un elemento del "triángulo del fuego", son indispensables para que éste se produzca, resultando decisivos en el desarrollo del incendio. Uno de los principales problemas que se plantea es conocer su estado, que depende de un gran número de variables (como la cantidad, volumen disponible, densidad, etc.) difíciles de evaluar en periodos de tiempo relativamente cortos de forma que resulte útil en las tareas de predicción.

Basándose en el elemento responsable de la propagación del fuego (pasto, hojarasca, restos de cortas, etc.) Rothermel (1972, 1983) establece trece modelos, definidos por la presencia de una serie de combustibles-tipo, que son incorporados por los programas de simulación y combate de incendios forestales BEHAVE (Andrews, 1986), CARDÍN (Martínez-Millán *et al.*, 1996) y FARSITE (Finney, 1997) para analizar el comportamiento del fuego en incendios de superficie.

Esta tipología, que se aplica al área de estudio reclasificando el mapa de vegetación según los criterios expuestos en la metodología (capi-

tulo 4.2.3), permite conocer la superficie forestal de la zona, que constituye el 85,3 por ciento del total, donde ofrecen un claro predominio los modelos 8 y 9 (grupo de arbolado). Ocupan la mayor parte de la vertiente meridional y se extienden de oeste a noreste (de forma paralela al límite norte), separando las zonas agrícolas más septentrionales respecto del grupo de matorrales que ocupa una posición central. Este último, donde se integran los modelos 4, 5, 6 y 7, representa el 33,5 por ciento de la superficie forestal, aunque casi la mitad corresponde exclusivamente al modelo 6 (tabla 30).

La presencia del modelo 1 sobre el territorio no alcanza el 10 por ciento, y se localiza mayoritariamente sobre las margas del paraje de los Barrancos de Gebas además de algunos puntos concretos del sur y suroeste y un pequeño enclave rodeado de pinares en el noroeste.

Tabla 30. Superficie forestal ocupada por cada uno de los modelos combustibles en Sierra Espuña y Gebas.

modelos combustibles	número píxeles	superficie hectáreas	superficie %
Modelo 1	74.027	1.666,5	8,4
Modelo 4	44.232	995,8	5,0
Modelo 5	77.023	1.734,0	8,7
Modelo 6	126.744	2.853,3	14,3
Modelo 7	48.809	1.098,8	5,5
Modelo 8	86.398	1.945,0	9,8
Modelo 9	428.292	9.641,8	48,4
Totales	885.525	19.935,1	100,0

La figura 35 muestra la distribución espacial de los modelos combustibles en la zona de estudio, cuya identificación fotográfica sobre el territorio (figuras 36, 37, 38 y 39) permite apreciar gráficamente las diferencias que éstos presentan en su estructura y composición. Todas las fotografías fueron realizadas en el mes de mayo, durante el cual la vegetación se encuentra en desarrollo, favorecido por las lluvias registradas en los meses precedentes.

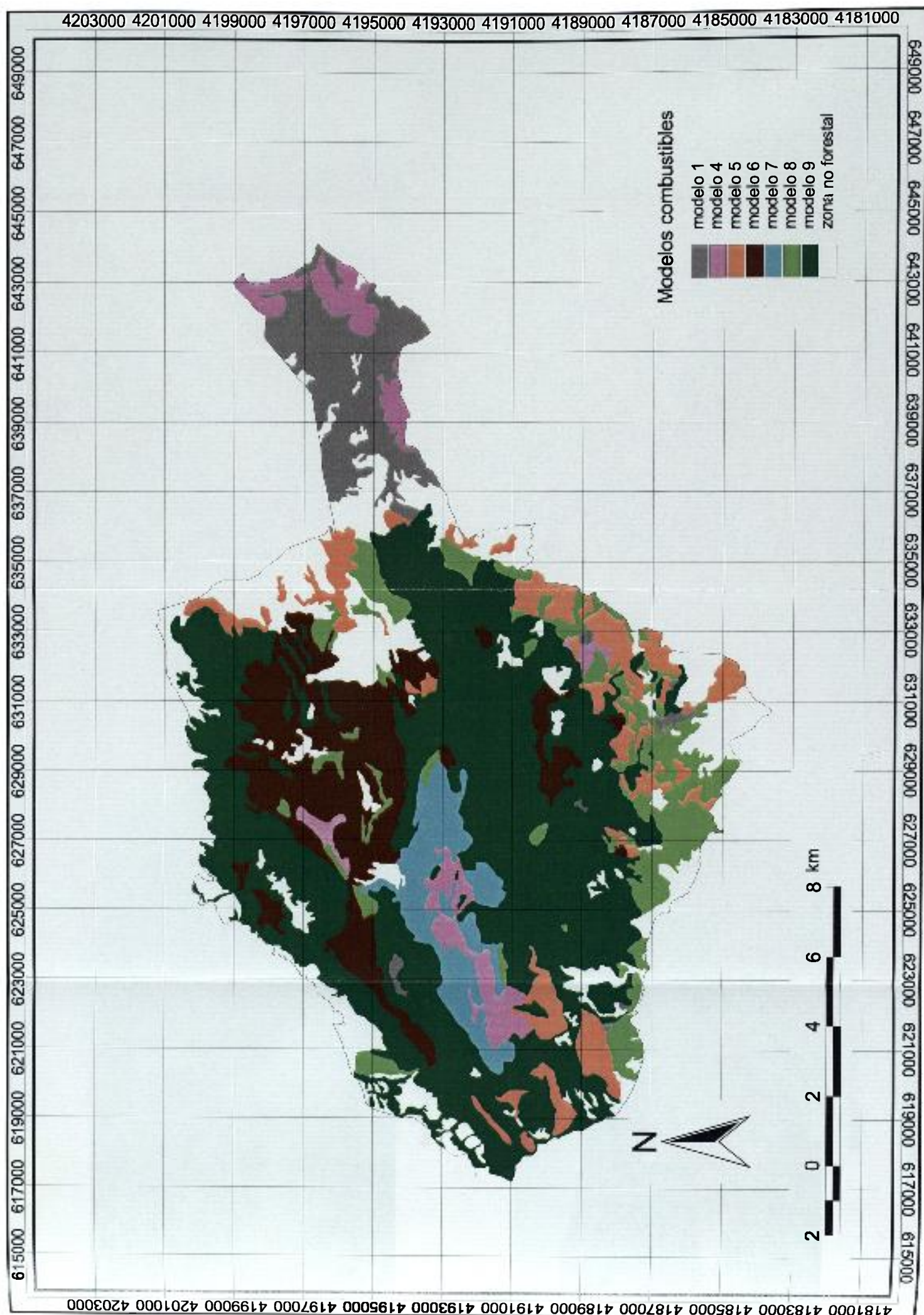


Figura 35. Cartografía de modelos combustibles



Modelo combustible 1



Modelo combustible 4

Figura 36. Modelos combustibles 1 y 4



Modelo combustible 5



Modelo combustible 6

Figura 37. Modelos combustibles 5 y 6



Modelo combustible 7



Modelo combustible 8

Figura 38. Modelos combustibles 7 y 8



Modelo combustible 9



Modelo combustible 9

Figura 39. Modelo combustible 9