

EXTENSAS NIEBLAS INVERNALES EN LA CUENCA DEL DUERO

Guillermo CALONGE CANO* - Manuel QUIRÓS HERNÁNDEZ* - Alfredo ROMO ARRANZ**

* Departamento de Geografía. Universidad de Valladolid

** LATUV. Universidad de Valladolid

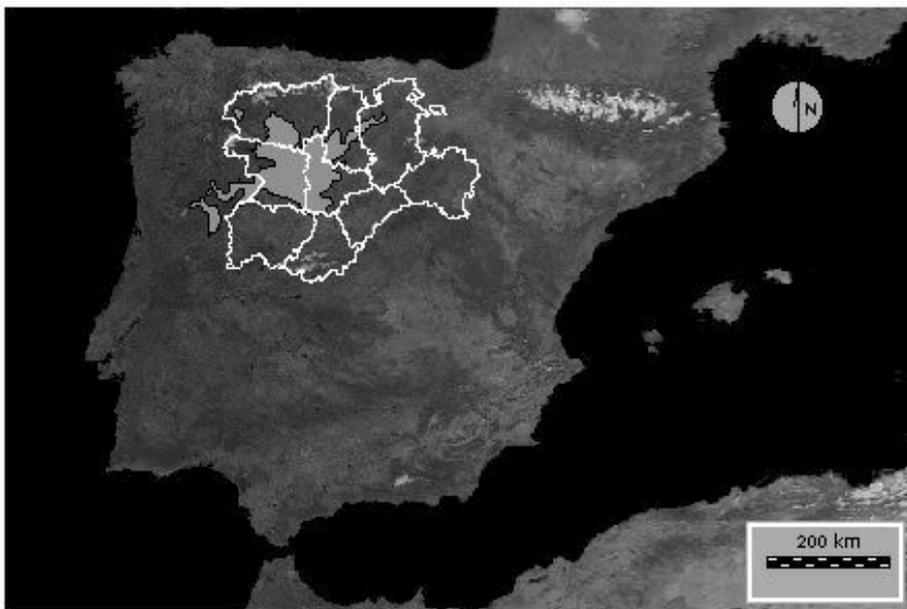
1. INTRODUCCIÓN.

Las nieblas persistentes, que duran cuatro horas o más de la parte iluminada del día, constituyen un rasgo esencial del clima en las extensas y altas llanuras del interior de la mitad septentrional de la Península Ibérica; y, en particular, de la Cuenca del Duero, puesto que afectan a entre una sexta y una décima parte (en promedio) de los días del periodo anual. Sin embargo, las nieblas son más frecuentes en las montañas que en las llanuras, salvo excepciones. Se considera como un elemento más de las condiciones hostiles que impone el medio físico contra la habitabilidad de los espacios montañoses. Por el contrario, a las nieblas -salvo el enclave de la ciudad de Valladolid- no se les ha tenido por un hecho tan esencial como para poseer la trascendencia geográfica de influir notoriamente en la organización de la habitabilidad del territorio, que constantemente realizan las actividades (económicas y sociales) humanas en las extensas llanuras de la Cuenca del Duero Este estudio pretende demostrar que las nieblas persistentes sí son un elemento esencial como para definir las condiciones climáticas y, por ende, de habitabilidad, de manera que merecen un estudio pormenorizado que incorpore herramientas de nuevas tecnologías.

Para cumplir estos objetivos se ha escogido una reciente situación atmosférica invernal del mes de febrero (días 10 al 13 del año 2000). Corresponde a la segunda mitad del largo y frío invierno de cinco meses (de noviembre a marzo, ambos incluidos) que caracteriza a las llanuras de la Cuenca del Duero (Calonge Cano, 1989, 37). Las nieblas, que se captaron en imágenes de satélite, corresponden a sus tercios occidental y central; y, en menor medida y con notorias discontinuidades espacio-temporales, al tercio oriental de dichas llanuras. (Figura 1). Precisamente, la teledetección con imágenes de satélites en días despe-

gados sin sistemas nubosos (no neblinosos) permite hacer un seguimiento cierto en la evolución espacio-temporal de las nieblas del tipo de pérdidas térmicas nocturnas por irradiación (Devuyt, 1982, 62). Este tipo de nieblas está asociado a la dinámica atmosférica estable del anticiclón de las Azores, cuya presencia y evolución en la Península Ibérica se ha estudiado mediante los mapas sinópticos (boletines meteorológicos diarios), editados por el Instituto Nacional de Meteorología, que atañen a varios niveles desde la superficie hasta la alta troposfera.

Figura 1. Localización de Castilla y León en la Península Ibérica. En gris perfilado: área de mayor frecuencia de detección de nieblas durante las fechas de este estudio.



Fuente: Elaboración propia sobre imagen del Canal 2 del satélite NOAA-16.

Lógicamente dicha dinámica atmosférica se plasma en nieblas y otros efectos meteorológicos registrados en distintos observatorios meteorológicos ubicados en los tercios central y occidental de las llanuras de la Cuenca del Duero. Se ha escogido cuatro observatorios de tipo "completo" o de primer orden. En éstos se recoge una información meteorológica completa y fiable, de la que se ha usado

no solo visibilidad y temperaturas, sino sobre todo la referida al estado higrométrico del aire (tensión de vapor, humedad relativa y punto de rocío) y a la insolación relativa (porcentaje de insolación teórica). También se ha consultado los datos de velocidad y procedencia del viento, aunque estos efectos meteorológicos tienen menos importancia que los anteriores por condiciones de mesoescala reducida (local) e incluso de microescala.

Imágenes de teledetección por satélite, cortes topográficos y análisis interniveles de los mapas sinópticos "del tiempo", junto con la valoración climatológica y estadística de los datos meteorológicos diarios, permiten avanzar en el conocimiento científico de la génesis, localización y desarrollo espacio-temporal de situaciones atmosféricas neblinosas, que poseen gran trascendencia socioeconómica y, por ende, geográfica, dado que constituyen jalones destacados de los riesgos climáticos y del medio físico como condicionantes de la actividad humana organizadora de los usos del territorio. Concretamente, la situación atmosférica analizada provocó serias dificultades en el tráfico rodado y aéreo. Además, por ser la niebla del tipo de irradiación con inversión térmica ubicada en valles y campiñas con relativamente densa ocupación humana, integra un tipo de tiempo altamente contaminante en el sentido de nocivo sobre todo para las vías respiratorias (Ortega Villazán, 1995, 35). Así pues, el estudio de la situación atmosférica neblinosa, al afectar a extensas áreas con importante presencia de población, es un valioso ejemplo de la contribución de la aplicación geográfica de la teledetección por satélite y de la Climatología a la mejora de la efectividad en la protección civil y en la prevención de los problemas de la salud pública vinculados al medio físico.

2. FUNDAMENTOS METODOLÓGICOS.

2.1. Teledetección. Análisis de las imágenes de satélite.

El desarrollo espacial de la niebla, su formación, extensión y disipación, se produce de un modo cambiante y relativamente rápido. Por eso tuvimos que recurrir al satélite *Meteosat-7* que, por su cobertura de imágenes con una rápida cadencia temporal (una imagen cada 30 minutos), es el más idóneo para nuestra latitud. Aunque su resolución espectral (3 canales) y su máxima resolución espacial (5 km² en el espectro infrarrojo y 2,5 km² en el visible) sean bajas permiten, cuando menos, análisis ajustados en el ámbito de los espacios comarcales. Sus imágenes infrarrojas (IR) son fundamentales para el análisis durante las

horas nocturnas, pues permite diferenciar térmicamente las nieblas de sus entornos (MASSONS, J. et al., 1997, 508). Pero la dificultad de su delineación forzó a que realizásemos series con imágenes de cada hora, para que el mayor contraste entre ellas nos facilitara su localización con su visionado en bucle. Mediante las imágenes IR también pudimos detectar el paso diurno y nocturno de conjuntos de aire húmedo y fresco que barrían la región desde el W hacia el E, en momentos previos a los de la formación de las nieblas y que, por su escasa densidad, resultaban prácticamente transparentes en las imágenes del espectro visible (VIS).

Entre las 05:00 horas y las 08:00 h, y desde las 18:00 h hasta las 24:00 h GMT, analizamos una imagen IR de cada hora en los cuatro días del estudio. A partir de las 08:30 y hasta las 17:30 h GMT se estudiaron una imagen IR y otra VIS cada 30 minutos, porque la evolución de la niebla es más rápida a partir del amanecer, hasta su mayor grado de disipación al anochecer.

Hemos realizado un análisis más pormenorizado, combinando ambos tipos de imágenes, cuando se detectaba la coincidencia vertical de nubes tipo estrato en superficie (niebla) y a baja altura que nos dificultaba mucho la delineación de la niebla. Sólo sus matizaciones térmicas permitían una dificultosa discriminación. Fundamentalmente ocurrió esto en la jornada del día 13. En estos casos, recurrimos también a las imágenes obtenidas por los satélites heliosíncronos de órbita polar NOAA-14 y NOAA-16, cuya mayor resolución radiométrica (5 canales) nos permitió aplicar algoritmos (QUIRÓS, 2002, 9) que definieron mucho más claramente la extensión de la niebla bajo nubes bajas que en las combinaciones de las imágenes Meteosat; aunque su escasa resolución temporal (una única imagen diurna cada día) sólo nos permitió el análisis de los momentos de inicio de la disipación (en torno a las 15:00 h GMT). A esa hora pudimos realizar análisis con mayor detalle espacial, merced a su alta resolución geométrica (1,8 km² en los píxeles de la vertical de la órbita del satélite).

Tras realizar el tratamiento habitual con cada imagen (corrección geométrica, georreferenciación de la proyección y calibrado), con un programa SIG procedimos al estudio visual del desarrollo de las nieblas, a la delimitación de los niveles digitales de sus radiaciones (mediante una clasificación supervisada) y a su cartografiado, mediante la superposición de capas-mapa de referencia. También extrajimos los valores digitales de intensidad de las radiaciones VIS e IR de los píxeles correspondientes a las localizaciones de los 5 observatorios testigos en las imágenes de las 06:00, 12:00, 17:00 y 23:00 h GMT, para tratarlos

estadísticamente, como una variable más, con el resto de los parámetros obtenidos en esos momentos.

2.2. *Análisis de los datos meteorológicos de observatorios testigos.*

Con objeto de determinar la relación y jerarquización causal de los parámetros meteorológicos locales en los momentos previos, simultáneos y posteriores a los de formación de las nieblas, se seleccionaron cinco observatorios meteorológicos con el criterio de que cumplieren la doble condición de haber estado cubiertos de niebla en algún momento de los días del estudio y que poseyeran el carácter de "observatorio completo". Obtuvimos los datos de nubosidad, insolación, presión atmosférica, visibilidad horizontal, temperatura en termómetro seco y húmedo, humedad relativa, punto de rocío, tensión de vapor y dirección-velocidad del viento, a las 06:00, 12:00, 17:00 y 23:00 h GMT de cada uno de los días estudiados en los observatorios meteorológicos de la Tabla 1. A estos datos añadimos los de radiación IR y VIS en niveles digitales (ND), extraídos de sus píxeles correspondientes. Con todos ellos realizamos los análisis estadísticos habituales para calcular los índices de correlación lineal y de Pearson y poder así valorar la jerarquía de cada parámetro en la génesis de la niebla, o al menos en su coincidencia. También se han valorado las diferencias de los parámetros en los días neblinosos, respecto a los del resto del mes en los que no se produjeron nieblas.

Tabla 1. *Observatorios Testigos*

Observatorio	Código	Longitud	Latitud	Altitud (m.)
Valladolid	2422	044627	413840	735
Zamora	2614-A	054358	413015	655
Salamanca-Matacán	2867	052941	405650	790
León-Virgen del Camino	2661	053907	423510	916
Palencia-Autilla del Pino	2400-E	046000	420000	860

FUENTE: I.N.M. Centro Meteorológico Territorial de Castilla y León.

2.3. *Análisis interniveles de los mapas meteorológicos.*

Un valioso elemento metodológico es el análisis de la dinámica atmosférica interniveles a partir de la interpretación de los ya aludidos mapas sinópticos meteorológicos o "del tiempo" diarios. En primer lugar, hay que considerar los mapas de superficie, que son de isobaras con cuantías reducidas al nivel del

mar. Permiten establecer la dirección del viento "grosso modo", una valoración abstracta de su velocidad e indican el tipo de campos de presión que existen en un determinado ámbito, de modo que parcialmente se aprecia el estado estable o inestable de la dinámica atmosférica en la baja troposfera. Por encima, a la troposfera media aluden los mapas de 500 hPa (hectopascuales). Se trata de mapas de líneas isohipsas de en torno a 5.500 metros de altitud, de tal manera que es escasa la influencia de los diversos sustratos y de la configuración geomorfológica en la entidad de los campos de presión.

Así pues, con los mapas de 500 hPa se puede establecer con bastante fiabilidad el tipo de campo de presión y de centro de acción climatológica que se halla sobre un determinado ámbito. A esto se añade la información de las líneas isothermas, de modo que con estos mapas se puede establecer el tipo de masa de aire y de circulación atmosférica, lo que a su vez indica el estado estable o inestable del aire. Todos estos aspectos se perfeccionan con el análisis de los mapas de 300 hPa, que constan de líneas isohipsas en torno a 9.200 metros de altitud. Se trata de la alta troposfera; y ahí se aprecia nítidamente el tipo de circulación atmosférica con la excelente referencia que supone la representación exclusiva en estos mapas de la "corriente en chorro" o jet stream polar (o del frente polar).

De la concatenación de la información meteorológica extraída de los mapas interniveles se colige un diagnóstico certero de la dinámica atmosférica en un ámbito extenso, como lo es las llanuras elevadas de la Cuenca del Duero. Los efectos de la dinámica atmosférica son diversificados en primer lugar por la configuración geomorfológica y, en menor medida, por hechos hidrogeográficos, biogeográficos y por la intervención humana en el territorio. Se trata de interrelaciones complejas entre la dinámica atmosférica y el espacio geográfico, que se manifiestan en la presencia de las nieblas captadas por teledetección de satélites.

3. LOCALIZACIÓN Y VARIACIONES SUPERFICIALES DE LAS NIEBLAS.

Con el tratamiento de imágenes pudimos realizar el seguimiento pormenorizado del desarrollo de las nieblas. Desde primeras horas (06:00 h GMT) del día 10/02/2001 se comenzó a detectar el paso de una serie de conjuntos de aire poco denso, fresco y húmedo que barrían desde el Oeste los Montes de León y el Páramo Leonés, las Sierras de Segundera y Cabrera, el Valle del Duero en la

provincia de Zamora, los Campos de Vitigudino y Ledesma y las Sierras de Gata, Peña de Francia y Béjar.

A la vez que avanzaban dichos conjuntos hacia el Este, iban quedando restos de estratos en el Valle del Duero y hacia el Sureste que se iban adaptando en sus bordes a las partes más elevadas de los interfluvios entre el río Duero y el río Tormes (Tierra del Vino y el Campo de Ledesma). El paso de estas masas de ligera humedad era tan lento que suponía un cierto estancamiento de las mismas en el cuarto cuadrante peninsular y el comienzo de las nieblas.

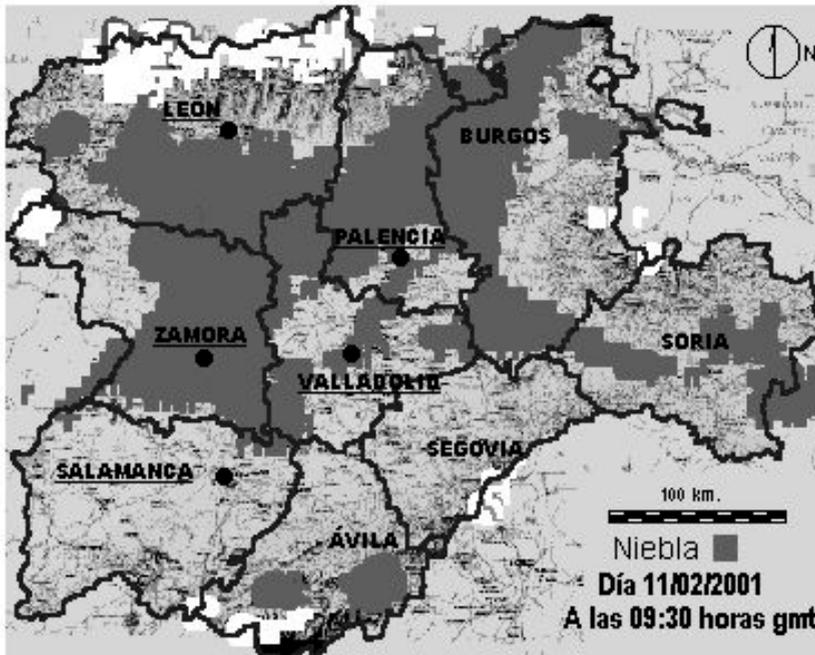
Durante la noche, esta humedad comenzó a enfriarse aún más y a condensarse: A las 05:00 h GMT del día 11/01/2001 se aprecia ya una primera formación de bancos de niebla a lo largo de todo el Valle del Duero, de un modo más denso al Este de la ciudad de Soria y al Norte del Campo de Gomara, Las Vicarías, en el entorno de Aranda de Duero y en las desembocaduras de varios ríos (confluencias del Arlanza en el Pisuerga y de éste en el Duero), así como en la salida del Embalse de Aguilar de Campóo, desde donde un rosario de bancos de niebla se extienden por las tierras de menor altitud de la cuenca alta del Ebro. Otros puntos donde iban espesándose bancos de niebla se localizaban en el Valle del Duero en la provincia de Zamora; dibujándose desde el río una gran superficie continua de forma triangular que cubría toda la Tierra de Campos vallisoletana y palentina, pero dejando completamente libre a los Montes Torozos. Desde ella y en dirección W una línea irregular de trazado E-W, que viene a coincidir con la isohípsa de los 900 metros, cubría la red fluvial en abanico formada por los ríos Cea, Esla, Órbigo, Porma y Bernesga.

Así pues, las áreas de menor altitud que están bien regadas o cubiertas de cursos y embalses de agua del Oeste de la región constituyen las zonas de inicio de formación del fenómeno; uniéndose estos primeros factores desencadenantes (suministro de vapor y bajo relieve) al enfriamiento del aire húmedo adventicio procedente del W.

A las 09:30 h GMT aparece la mayor extensión de niebla alcanzada en esta jornada. La densidad más alta se localizaba en Las Vicarías, en la confluencia de los ríos Arlanza y Pisuerga, entre Aranda de Duero y Peñafiel, y en un gran eje NE-SW que se inicia en Espinosa de los Monteros, al NE de la región, y sigue por las hoces del río Rudrón, Alto Ebro, embalse de Aguilar de Campóo, Oeste del Páramo de Villadiego, Carrión de los Condes, alcanzando finalmente la ribera del río Cea al Norte de Mayorga de Campos. Por otro lado, desde Val-

deras el máximo espesor se daba hacia el Sur de la provincia de León, entre Valencia de D. Juan y la Valdería, remontando hacia el NW (Astorga). Desde el límite septentrional de la provincia de Zamora seguía todo el curso del río Valderaduey, extendiéndose por las Lagunas de Villafáfila y el Valle del Esla; densificándose en éste (cola del embalse de Ricobayo), en torno a S. Cebrián de Castro. Este dibujo de los límites máximos en la extensión superficial de la niebla se repetirá, aunque con variantes, en los dos días siguientes en que se produjeron.

Figura 2. Localización de la niebla en Castilla y León el día 11 de febrero de 2001, a las 09:30 h GMT. En blanco píxeles de espacios fundamentalmente cubiertos de nieve.

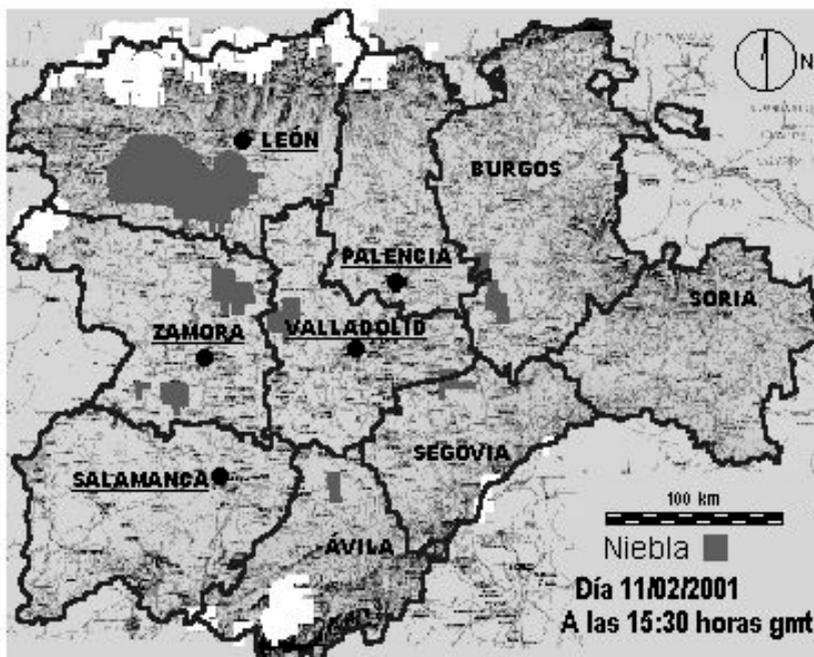


FUENTE: Elaboración propia con S.I.G. sobre imágenes VIS e IR del satélite Meteosat-7.

Desde mediodía fue contrayéndose la extensión, más rápidamente en el Este de la región, aunque permanecía en la línea NE-SW al Norte de los Montes Torozos, desde Villadiego y las Lomas de Cieza hasta la Tierra de Campos, que atraviesa sub-perpendicularmente los interfluvios de los ríos de trazado N-S.

También se mantenía en las tierras más bajas de la provincia de León; pero, sobre todo en la Tierra de Medina y en la mitad oriental de la provincia de Zamora. A las 15:30 h GMT se habían disipado prácticamente de toda la región, quedando algunas manchas extensas entre La Bañeza y Valencia de D. Juan (ríos Duerna, Tuerto, Porquera y Órbigo) y más pequeñas en las Lagunas de Villafáfila, al NW de los Torozos (Villabrágima) y en el Sayago zamorano al sur del río Duero. Eran realimentadas por las nuevas oleadas de aire poco denso, frío y húmedo que era adveccionado desde el Oeste.

Figura 3. Localización de la niebla en Castilla y León el día 11 de febrero de 2001, a las 15:30 h GMT. En blanco píxeles de espacios fundamentalmente cubiertos de nieve



FUENTE: Elaboración propia con S.I.G. sobre imágenes de los satélites Meteosat-7 y NOAA-14 y 16.

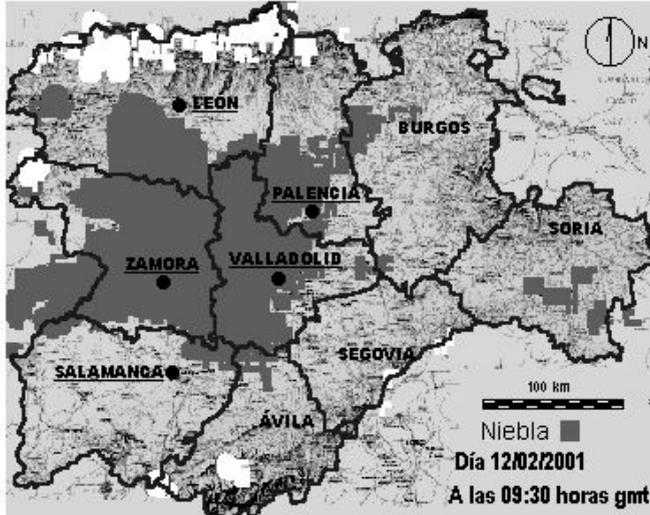
Una vez que se ocultó el sol se fue produciendo la pérdida del calor del suelo por irradiación, comenzando un nuevo proceso de formación de la niebla en los sectores donde más tarde se habían disipado y dibujándose claramente en los

cursos altos de los ríos Esla, Cea y Carrión. Nuevamente se extendía por áreas de Astorga, Valencia de D. Juan; también en la línea NE-SW, entre Melgar de Fernamental-Becerril-Medina de Rioseco-Villalpando, al Norte de los Torozos en la campiña de Tierra de Campos; así como en el Valle del Arlanzón; y entre Tordesillas y Medina del Campo. Y, más tarde, en los valles del Tera y del Valderaduey en Zamora; al pie de la Serrezuela de Pradales, sobre la Tierra de Pinares al sur de Cuellar; y en las tierras de Almazán y Campo de Gomara sorianos. Esto denotaba un claro proceso de la condensación de la humedad neblinosa en las áreas amplias de menor altitud y más regadas hídricamente.

A medida que avanzaba la madrugada del día 12/02/2001, mayor era la densidad de la niebla en los lugares donde primero se fue formando, indicando un mayor grado de humedad en el aire y su estancamiento en las áreas de menor altitud, a causa de las altas presiones barométricas. Comenzó una formación rápida y temprana de niebla en la Cubeta del Bierzo que, como ya ha sido señalado para las temperaturas (QUIRÓS, 2001, 293), es un paradigma climatológico a escala de toda la región, y en los valles leoneses, siguiendo la ribera del Cea, hasta la provincia de Valladolid. También se detectaba en el eje que engarza las cuencas de los ríos Odra, Pisuegra, Ucieza, Carrión y Sequillo, entre Villadiego y Villalpando; donde se enlazaba con la niebla de los valles e interfluvio de los ríos Valderaduey y Esla. Al amanecer se fueron formando en la cuenca baja del río Pisuegra, Tierra de Campos y en la Tierra de Medina, a la vez que se intensificaba en los lugares donde existía previamente. Tras salir el sol, se apreciaban 2 ejes (NNW-SSE y NNE-SSW) perpendiculares entre sí, que a las 09:30 h GMT mantenía una continua niebla que cubría el Bierzo y el Sur de la provincia de León, las provincias de Zamora y Valladolid casi del todo, el SW de la de Palencia y bancos extensos en la cuenca alta del Duero en Soria, y entre Aranda de Duero y Peñafiel; en el extremo más nororiental de la provincia de Salamanca se unía al más septentrional de la de Ávila.

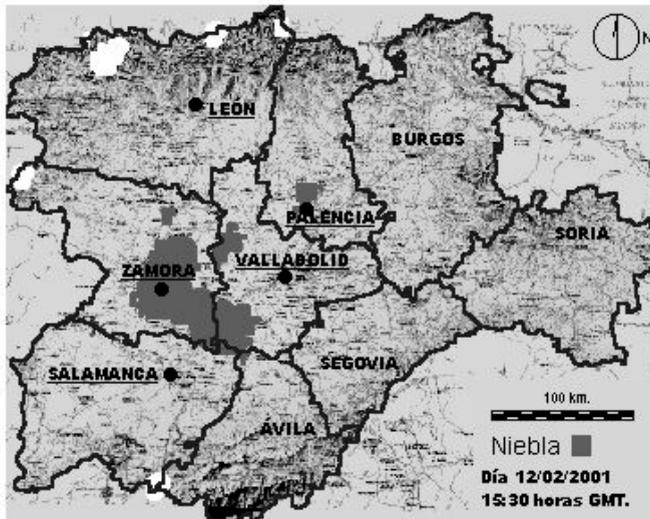
Desde esta máxima extensión, la contracción se fue produciendo con el aumento del calentamiento solar y a las 15:30 h GMT solamente se mantenían pequeños bancos al norte de la ciudad de Palencia, en zonas muy localizadas de Tierra de Campos vallisoletana (Villabrágima junto al río Sequillo), en el interfluvio bajo del Valderaduey y el Esla (embalse de Ricobayo) y al sur del Duero en Zamora y Valladolid (Oeste de la Tierra de Medina, al sur del embalse de San José).

Figura 4. Localización de la niebla en Castilla y León el día 12 de febrero de 2001, a las 09:30 h GMT. En blanco píxeles de espacios fundamentalmente cubiertos de nieve.



FUENTE: Elaboración propia con S.I.G. sobre imágenes VIS e IR del satélite Meteosat-7.

Figura 5. Localización de la niebla en Castilla y León el día 12 de febrero de 2001, a las 15:30 h GMT.



FUENTE: Elaboración propia con S.I.G. sobre imágenes de los satélites Meteosat-7 y NOAA-14 y 16.

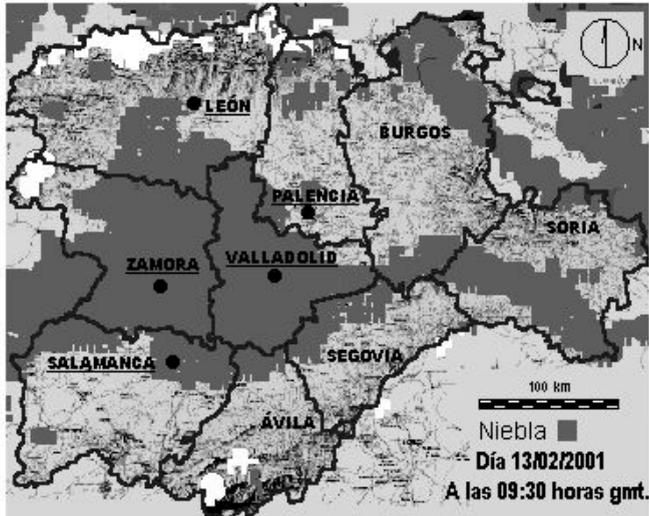
Desde el ocaso siguieron pasando conjuntos de aire húmedo y fresco desde el W hacia el E que alcanzaban, más hacia el Sur que en días anteriores, hasta la cordillera Central (provincias de Salamanca, Ávila y Segovia); mientras la niebla acababa por disiparse de todos los lugares.

Desde primeras horas de la madrugada del día 13/02/2001 fueron condensándose nieblas en el curso alto-medio del río Duero, sobre todo entre Almazán y Peñafiel, y en el cono que dibujan los ríos Arlanzón, Odra y Pisuerga. Sobre este último se intensificaban en su desembocadura en el Duero. Las Vicarías y la cuenca alta del río Jalón concentraban extensos bancos. Según amanecía se iban conectando estos bancos de niebla con los de la sub-cuenca de Almazán, remontando por encima de la Sierra de Muedo. También, de nuevo, el curso del río Órbigo iba extendiendo la niebla por el Sur de la provincia de León al pie de Los Montes de León, La Valdería y La Cabrera, hasta la Sierra de la Culebra en la de Zamora. Se llegaron a definir claramente dos sectores: Todo el curso del río Duero desde su nacimiento hasta el límite oriental de la provincia de Valladolid, con un mayor desarrollo superficial en la subcuenca de Almazán, las Tierras de Osma y Gormaz y todo el entorno de Aranda de Duero. Por otro lado, volvía a apreciarse en su curso posterior a la desembocadura del Pisuerga, con un mayor desarrollo en el espacio comprendido entre Tordesillas y Toro, y hacia el Sur de la Tierra de Medina.

A las 09:30 h GMT se habían conectado ambos sectores. Todo el curso del Duero por Castilla y León (salvo en las áreas próximas a su nacimiento) y su conexión con la cuenca del Jalón aparecía cubierto de niebla. En esta jornada el eje NNE-SSW descrito aparecía limpio de niebla hasta su entrada en la provincia de Valladolid y, sin embargo, la extensión de la niebla era mucho mayor hacia el Sur del Duero que en los días anteriores, llegando a cubrir el NW de la provincia de Segovia, todo el Norte de la de Ávila y el Norte de la de Salamanca y afectaba, por primera vez en horas diurnas, a los Arribes del Duero, el embalse de La Almendra y la ciudad de Salamanca. Las provincias de Valladolid y Zamora aparecían prácticamente cubiertas y se mantenía en el Sur de la de León.

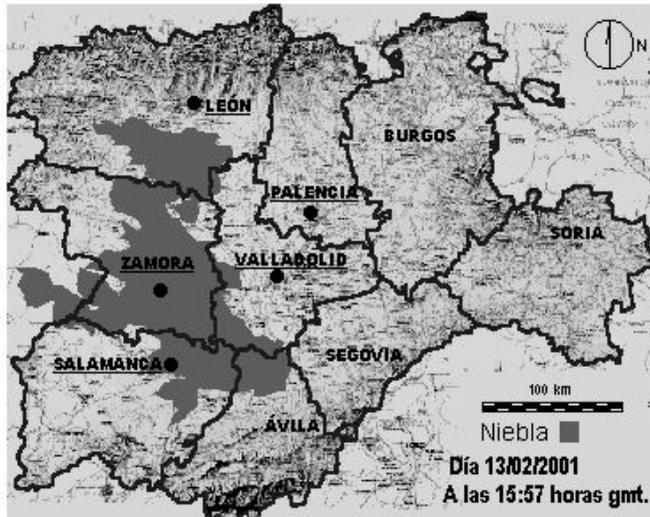
Según avanzaba el día la niebla iba desapareciendo desde el Este hacia el Oeste y a las 15:30 h GMT sólo se mantenía al Sur de la provincia de León; en los ríos Esla y Duero en la de Zamora; en el Norte de la de Salamanca, remontando el curso del Tormes hacia el Sur hasta cubrir el embalse de Sta. Teresa; al Oeste del río Trabancos en la Tierra de Medina; y al Norte de la de Ávila.

Figura 6. Localización de la niebla en Castilla y León el día 13 de febrero de 2001, a las 09:30 h GMT. En blanco píxeles de espacios fundamentalmente cubiertos de nieve.



FUENTE: Elaboración propia con S.I.G. sobre imágenes VIS e IR del satélite Meteosat-7.

Figura 7. Localización de la niebla en Castilla y León el día 13 de febrero de 2001, a las 15:30 h GMT.

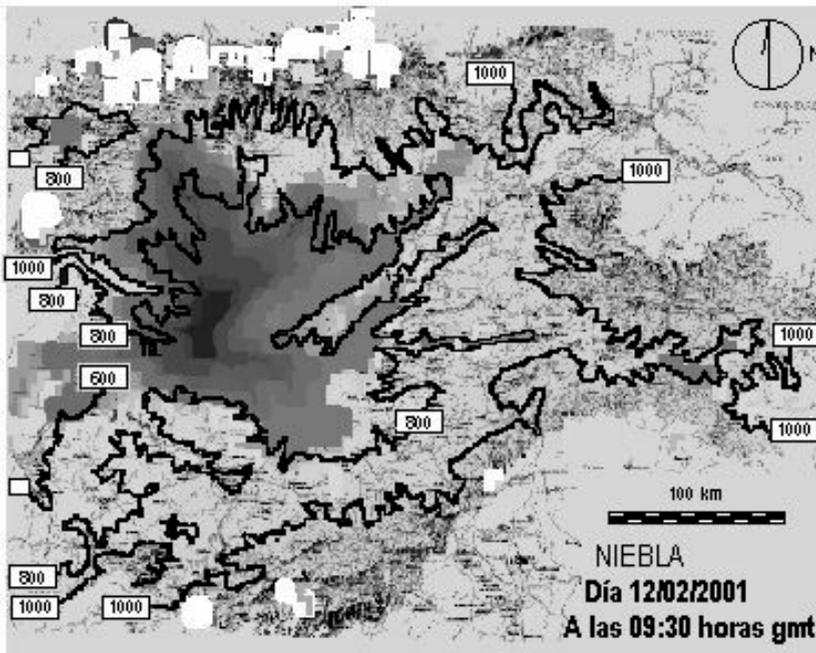


FUENTE: Elaboración propia con S.I.G. sobre imágenes de los satélites Meteosat-7 y NOAA-14 y 16.

A partir de entonces, las escasas nieblas habían ido siendo cubiertas por capas de nubes en bandas tipo estrato a una altitud media que procedían desde el NW y dificultaron su seguimiento. Bajo el dosel nuboso y la simultánea caída brusca de la presión atmosférica las nieblas fueron rápidamente desapareciendo.

La combinación de las características de la red hidrológica regional que pueden ser consideradas factores desencadenantes del proceso neblinoso, y el relieve y su altitud que definen las áreas de confinamiento; junto al concurso general más importante de las situaciones mixtas de advección de aire húmedo y de irradiación por las altas presiones atmosféricas que propician la dinámica atmosférica, dibujan los límites superficiales y las cotas de las nieblas que caracterizan climatológicamente a la Cuenca del Duero.

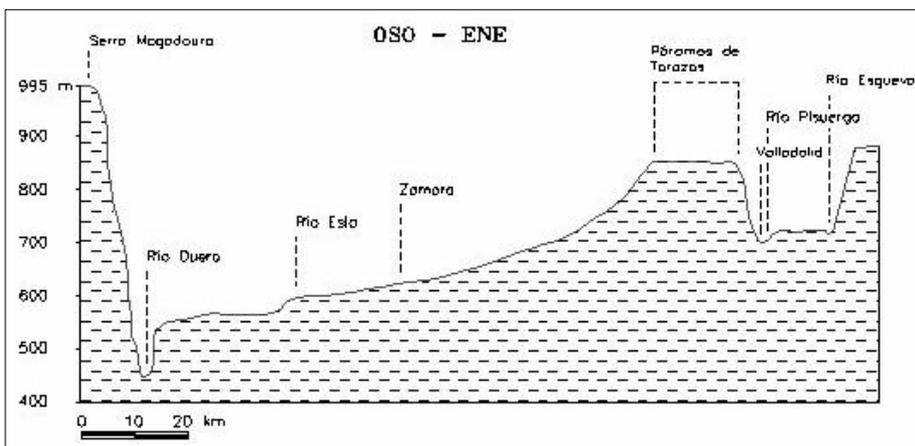
Figura 8. *Relación de la niebla con el relieve y la altitud (isohipsas de 1000 y 800 m)*



FUENTE: Elaboración propia con S.I.G. sobre imágenes de los satélites Meteosat-7 y NOAA-14 y 16.

Las imágenes de satélite, en suma, esclarecen las relaciones entre la localización, extensión y persistencia de las nieblas y las formas del relieve en distintos niveles de las llanuras de la Cuenca del Duero; es decir, la configuración geomorfológica de éstas complementa la información de las imágenes de satélite y explica la diversidad de extensión y persistencia del tipo de niebla analizado. En efecto, ya fue estudiado el hecho local de que la persistencia de las afamadas nieblas de la ciudad de Valladolid y su entorno se debe a "hechos topoclimáticos" o geomorfoclimáticos, que consisten en la acumulación del aire enfriado en los páramos cercanos, mediante débiles vientos catabáticos, en el bajo valle del río Pisuerga, lo que, junto a la humedad de éste y la contaminación urbana, motivan la saturación de la humedad del aire y la escasa visibilidad asociadas a procesos de condensación -e incluso de congelación- inmediatos al suelo (Calonge Cano, 1984, 202).

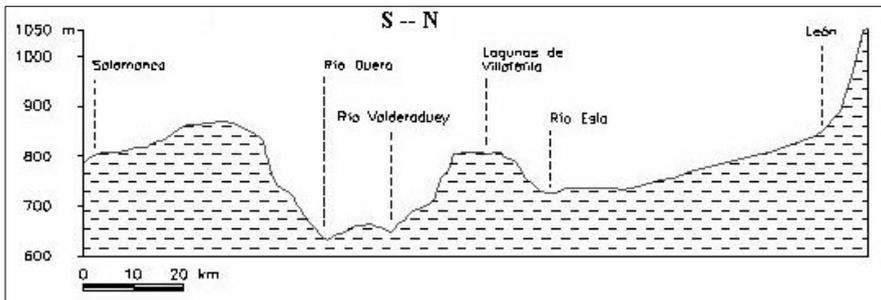
Figura 9. Corte topográfico esquemático del Oeste y Centro de la Cuenca del Duero.



Algo parecido a lo que sucede en la ciudad de Valladolid, ocurre también durante el invierno en los valles fluviales y amplias campiñas del Oeste y Centro de la Cuenca del Duero, donde por debajo de las cotas de 820-800 metros de altitud se hallan las áreas de mayor persistencia de las nieblas. Advecciones locales catabáticas, tras las pérdidas térmicas irradiativas durante la noche sobre la superficies de los páramos por encima de 850 metros de altitud, enfrían el aire y ocasionan las citadas nieblas al Este de la Sierra de Mogadouro y siguiendo

hacia el Este las campiñas y valles del Duero con las redes de sus afluentes Esla y Pisuerga (Figura 9). Asimismo, de Sur a Norte las nieblas persistentes se localizan preferentemente desde el entorno meridional de la ciudad de Salamanca hasta las cercanías de la ciudad de León, pasando por los valles del Duero, Valderaduey y la red del Esla (Figura 10). Todo esto indica la causalidad compleja de las nieblas invernales y que la configuración geomorfológica diversifica local y decisivamente los efectos meteorológicos de la dinámica atmosférica anticiclónica.

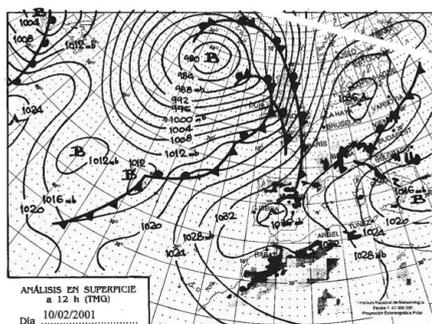
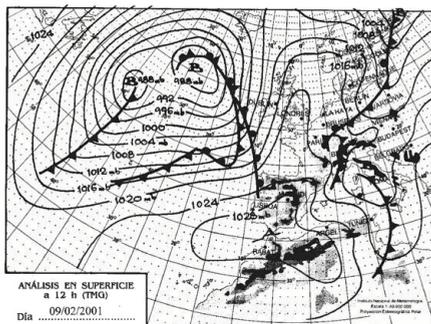
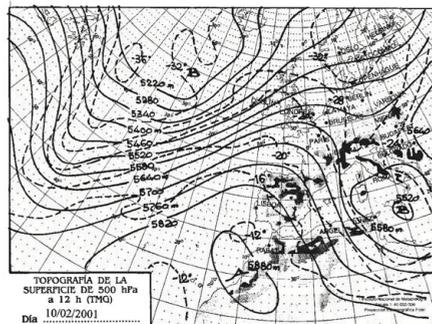
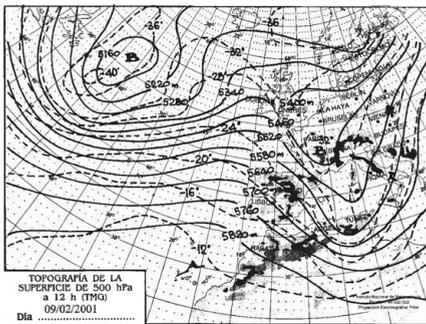
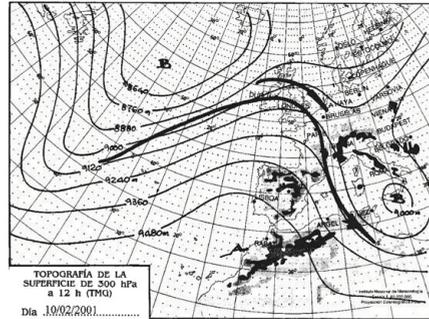
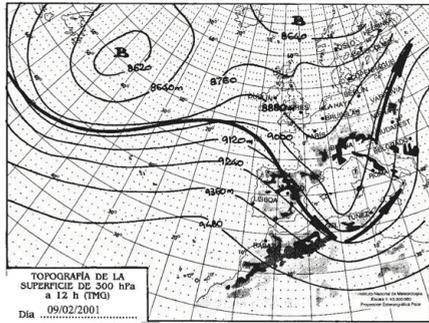
Figura 10. Corte topográfico esquemático de la Cuenca del Duero – Esla.



4. ANÁLISIS INTERNIVELES DE LA DINÁMICA ATMOSFÉRICA CAUSANTE DE LAS NIEBLAS.

Los cuatro días con nieblas de la situación atmosférica estudiada corresponden a la presencia de un nítido anticiclón de muy altas presiones sobre la Península Ibérica, salvo en la España Noratlántica que está afectada por la ligera inestabilidad del extremo de un frente frío (Figuras 11 y 12). En lo que respecta a la Cuenca del Duero se aprecia un muy acusado estado estable del aire con presiones de 1.028 mb. (reducidas al nivel del mar), y a veces superiores, con vientos en calma o débiles. Se trata de un estado barotrópico del aire acentuado sin apenas nubosidad en niveles distantes del suelo; estado que favorece el enfriamiento nocturno, que acaece sobre un tipo de masa de aire húmedo en términos absolutos, ocasionando la típica saturación del aire (humedad relativa del 100% o ligeramente inferior) tras las pérdidas térmicas nocturnas por irradiación no compensada. Todas estas características físicas le corresponden a la masa de aire denominada tropical marino que integra el "anticiclón de las Azores" (Crowe, 1980, 125).

Figura 11. Mapas de varios niveles. Día previo y día inicial de la situación atmosférica de nieblas.



FUENTE: Instituto Nacional de Meteorología.

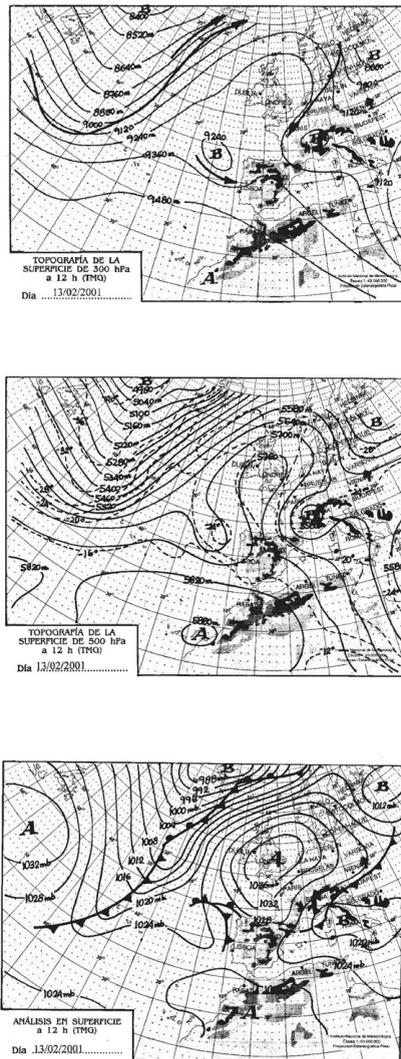
A pesar de su denominación de tropical (o subtropical), el aire del anticiclón de las Azores constituye una masa de aire fundamental en la dinámica atmosférica de las latitudes templadas extratropicales y, en particular, de la Península Ibérica. Y esto hasta el punto de que de que el anticiclón de las Azores constituye un "centro de acción" climatológico integrante de diversos tipos de circulación atmosférica. En la situación que nos ocupa, el anticiclón protagoniza un tipo de circulación atmosférica meridiana (de bajo índice zonal) Sur-Norte con sesgo SO-NE. Todo esto se aprecia analizando la información de los mapas de los dos días contenida en la figura 11. Concretamente, el mapa de 300 hPa del día 9/02 (el previo al inicio de la situación atmosférica estudiada) indica una cresta anticiclónica al Oeste y NO. de la Península Ibérica, que está describiendo el inicio de una circulación atmosférica meridiana Sur-Norte; pero aún el jet-stream afecta sólo a la mitad Norte peninsular, donde hay temperaturas relativamente bajas de -20° según el mapa de 500 hPa. Según el mapa de superficie comienza a instalarse sobre la mayoría de la Península Ibérica un anticiclón de aire tropical marino con vientos débiles procedentes del océano Atlántico con componente SO.

Al día siguiente, que es el 10/02 y primero de la situación atmosférica analizada- según la figura 11- se advierte en el mapa de 300 hPa una clara advección de SO a NE, de modo que el jet-stream se desplaza hacia el Norte y el Este fuera de la Península Ibérica, acentuándose la circulación meridiana Sur-Norte protagonizada por el anticiclón antedicho; tipo de circulación que se aprecia también en el mapa de 500 hPa donde la isoterma sobre la Península ha subido a -16° , lo que indica la presencia de una masa de aire relativamente cálida, además de húmeda, como es lo propio del aire tropical marino. Éste se presenta en el mapa sinóptico de superficie con presiones muy altas (más de 1.030 mb) y dominando toda la Península con vientos débiles y húmedos procedentes del SO, lo que indica un estado estable del aire sin apenas nubosidad distante del suelo que modere el intenso enfriamiento nocturno invernal. Así pues, los rasgos físicos de la masa de aire, consistentes en el carácter húmedo en términos absolutos y cálido, juntos con calmas o vientos débiles y cielos despejados (escasa nubosidad distante del suelo) fueron los causantes de la formación y persistencia de las nieblas en las extensas llanuras del Centro y Oeste de la Cuenca del Duero durante los cuatro días de vigencia de la situación atmosférica.

El tipo de circulación con sesgo SO- NE se mantuvo durante esos cuatro días, aunque en el último con rasgos desvirtuados (Figura 12). Exactamente el mapa

del nivel de 300 hPa muestra un subtipo de circulación atmosférica "en omega" no bien consolidado, porque está evolucionando a circulación caótica o de bloqueo a base de gotas frías y cálidas.

Figura 12. Mapas de varios niveles. Último día de la situación atmosférica de nieblas.



FUENTE: Instituto Nacional de Meteorología

La gota (o burbuja) de índole cálida es el resto del anticiclón y se extiende desde la Península Ibérica hacia el Norte. A su vez, se han desarrollado dos procesos de cutting-off, que han dado lugar a sendas gotas frías (con ramas regionales del jet-stream): una al Oeste de Galicia y otra con centro en la Cordillera de los Alpes. Estas dos gotas frías también se aprecian en el mapa del nivel de 500, que además muestra con claridad el subtipo de circulación "en omega" y la isoterma de -20° sobre la mitad Norte peninsular, lo que indica el inicio de la entrada de una masa de aire más fría. Todos estos aspectos de la circulación atmosférica se aprecian en el mapa sinóptico de superficie; pero la configuración de los campos de presión es de "collado barométrico" con ejes siguiendo meridianos y paralelos; es decir, las bajas presiones están al NO. y NE. de la Península (con líneas de inestabilidad frontales). Las altas presiones se localizan al Sur y al Norte de la Península, en cuya mitad septentrional domina la isobara de 1.028 mb, lo cual delata una paulatina bajada de presión como signo del final de esta situación atmosférica neblinosa de plasmación espacial extensa y nítida en efectos meteorológicos específicos sobre el Centro y Oeste de las llanuras de la Cuenca del Duero.

6. VALORACIÓN DE LOS EFECTOS METEOROLÓGICOS VINCULADOS A LAS NIEBLAS.

Analizadas las correlaciones lineales entre las parejas de parámetros meteorológicos durante los días neblinosos se observa que sus índices de valor más alto se dieron a las 23:00 h GMT, luego a las 06:00 h GMT (horas nocturnas), después a las 17:00 h GMT y a las 12:00 h GMT las de menores índices (horas diurnas). Ocurrió lo contrario el resto del mes.

Tabla 2a. Media de los índices de Pearson

	Term. Hum. re- Seco	lativa	Tens. de vapor	Punto Rocío	Ts-Pr	Presión atmosf.	Visibil. mínima
23:00 h mes	0,4	0,36	0,48	0,48	0,32	0,27	
días de niebla	0,46	0,28	0,45	0,45	0,27	0,4	
06:00 h mes	0,37	0,25	0,42	0,44	0,26	0,28	0,29
días de niebla	0,43	0,32	0,4	0,4	0,34	0,36	0,33
12:00 h mes	0,27	0,43	0,44	0,44	0,43	0,32	0,29
días de niebla	0,41	0,35	0,31	0,32	0,35	0,31	0,42
17:00 h mes	0,31	0,42	0,44	0,45	0,42	0,31	0,29
días de niebla	0,42	0,29	0,38	0,38	0,31	0,27	0,4

Tabla 2b. Media de los índices de Pearson

	Direcc. Viento	Veloc. Viento	Osc. T. diaria	T Mín. 15 cm	Oscil. PND diaria	VIS	ND IR	Media
23:00 h mes	0,19	0,21	0,32	0,42	0,1			0,32
días de niebla	0,42	0,34	0,22	0,38	0,25		0,31	0,36
06:00 h mes	0,19	0,2	0,23	0,35	0,12			0,3
días de niebla	0,23	0,28	0,35	0,44	0,28		0,29	0,34
12:00 h mes	0,19	0,25	0,35	0,36	0,13			0,33
días de niebla	0,28	0,23	0,41	0,29	0,31	0,26	0,33	0,33
17:00 h mes	0,21	0,28	0,36	0,37	0,12			0,33
días de niebla	0,13	0,15	0,38	0,2	0,4		0,29	0,3

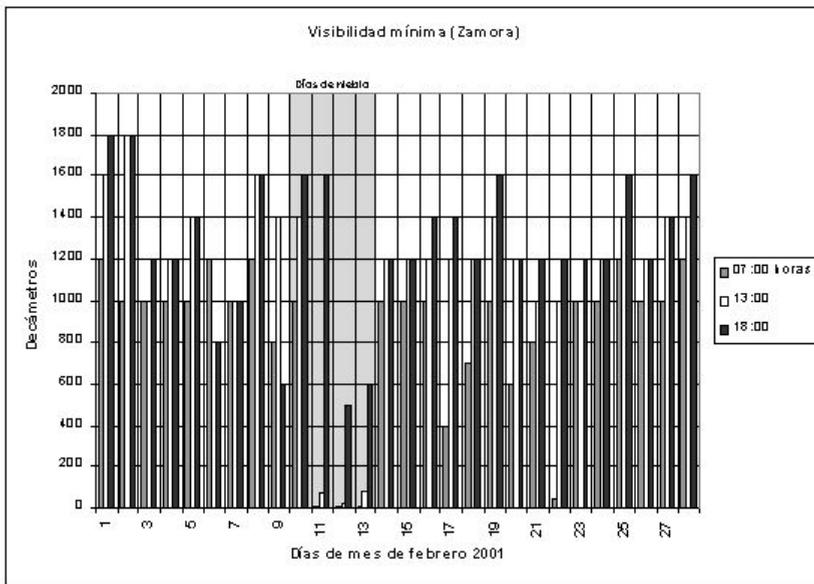
FUENTE: Elaboración propia sobre datos del I.N.M. Centro Meteorológico Territorial de Castilla y León.

A las 23:00 h GMT participaron en los índices de mayor valor la temperatura, la tensión de vapor, el punto de rocío y la dirección del viento, por este orden. A las 06:00 la temperatura mínima a 15 cm del suelo, temperatura, tensión de vapor y el punto de rocío. A las 12:00 h el orden fue: visibilidad mínima, oscilación térmica diaria, temperatura, humedad relativa, y diferencia entre la temperatura y el punto de rocío. Y a las 18:00 h: temperatura, visibilidad mínima, oscilación diaria de presión y oscilación térmica diaria. Los valores de los índices de las parejas de parámetros fueron más elevados los días de niebla que los del resto: La máxima correlación (índices de 0,99) se dio entre el *punto de rocío* y la *tensión de vapor*, manteniéndose durante todo el día. Y entre la *humedad relativa* y la *diferencia entre la temperatura en termómetro seco y el punto de rocío*. También resultaron máximos (0,9), aunque solamente durante la noche, los de las relaciones entre la *temperatura en termómetro seco* y la *tensión de vapor* y el *punto de rocío*, respectivamente. Eran altos a las 06:00 h entre la *temperatura mínima a 15 cm del suelo* y, respectivamente, la *temperatura en termómetro seco* (0,93), la *tensión de vapor* (0,91) y el *punto de rocío* (0,9). Destacaba la lógica relación entre la *velocidad del viento* y la *presión atmosférica* a las 23:00 h (0,86), indicando calmas. También la relación entre la *visibilidad mínima* y la *diferencia entre la temperatura en termómetro seco y el punto de rocío* (0,7). La *visibilidad mínima* tuvo una relación intermedia y constante (0,6) con la *humedad relativa*. Del mismo valor (0,6) fue el que relacionaba la *visibilidad mínima* y la *presión atmosférica*, salvo a las 17:00 h. A las 12:00 h se dio una alta correlación entre la *temperatura en termómetro seco* y la *humedad relativa* (0,82), pero bajó mucho a las 17:00 y prácticamente desapa-

reció durante la noche. No se obtuvieron valores destacados de sus índices de Pearson del resto de correlaciones durante los días neblinosos.

Es lógica la notable disminución de la *visibilidad mínima* desde valores medios a las 06:00 h (800-1.000 Dm.) en los días despejados o nublados sin niebla, hasta los de los neblinosos (10-30 Dm), o a las 12:00 h (2.500-3.000 Dm. y 8-10 Dm respectivamente). A las 17:00 h se apreciaba un aumento en los días de niebla (500-600 Dm) que indicaban cierta disipación. Los mayores contrastes se dieron en los observatorios que están a menor altitud y próximos a ríos caudalosos y embalses (Palencia, Valladolid y Zamora) y los menores en los situados a mayor altitud (León) o más meridionales (Salamanca).

Figura 13. Variación horaria y diaria de la visibilidad mínima en el observatorio de Zamora. Febrero 2001.



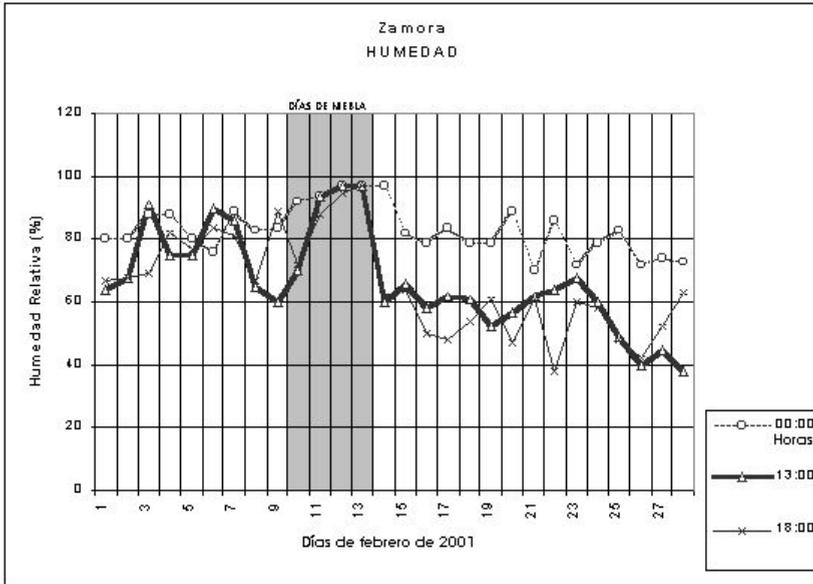
FUENTE: Elaboración propia sobre datos del I.N.M. Centro Meteorológico Territorial de Castilla y León

- Como la *presión atmosférica*, fundamental para explicar los movimientos del aire, suele registrar valores similares en grandes extensiones superficiales que superan a la de la Cuenca del Duero, sólo pudieron recogerse pequeñas diferencias producidas por la distinta altitud de cada observato-

- rio. Sin embargo, destacan los días neblinosos como los de mayores presiones en superficie de todo el mes, denotando la influencia anticiclónica. El día 13 se produjo una brusca caída, especialmente a partir de las 18:00 h.
- La *temperatura en termómetro seco* refleja una variación mensual oscilante. Las mínimas más altas se produjeron los días 6 y 10. Una de las máximas mensuales más elevadas se produjo el día 12 (día con niebla más persistente). Así pues, los días neblinosos no sólo no resultaron ser los más fríos, sino que alguno de ellos resultó de los más templados en cuanto a las máximas y de los intermedios respecto a las mínimas. Éstas se registraron entre las 00:00 y las 09:00 h GMT, y las máximas en torno a las 15:00 h GMT. Las menores oscilaciones diarias se produjeron los tres días previos a los neblinosos. Comparadas interdiariamente, las temperaturas resultaron más estables en los registros nocturnos que en los diurnos.
 - La *humedad relativa* resultó un poco más elevada (próxima a la saturación) los días neblinosos. Fue creciendo muy paulatinamente durante los días previos, lo que indicaba una lenta advección de aire húmedo que fue el requisito para la posterior formación de niebla. También, lógicamente, la variación interhoraria fue mucho menor en estos días; sobre todo por el gran incremento que, desde el día 10, se produjo en los registros de las 13:00 y 18:00 h, que fueron muy diferentes de los del resto de los días del mes a esas horas.
 - Similar fue el comportamiento de la *tensión de vapor* con los valores más elevados los días de niebla; pero fue inverso en cuanto que en estos días su variación interhoraria fue mayor que en el resto de los días del mes. También difirió en que los valores más altos se dieron en las horas de sol: en torno a 12 Hp a las 17:00, 10 Hp a las 12:00 y 8 Hp a las 06:00 h GMT.
 - De modo parecido se comportó la *temperatura del punto de rocío*, siendo los valores más altos, como cabía esperar, los registrados durante los días neblinosos.
 - El parámetro de la *temperatura mínima a 15 cm del suelo* define muy bien el valor de la pérdida de calor por irradiación nocturna del suelo que es el desencadenante, junto a la humedad del aire, de la formación de

nieblas y su primer mantenimiento; sin embargo, una vez establecida, la propia niebla dificulta la irradiación y hace subir el valor de este registro.

Figura 14. Humedad relativa en el observatorio de Zamora. Febrero 2001.

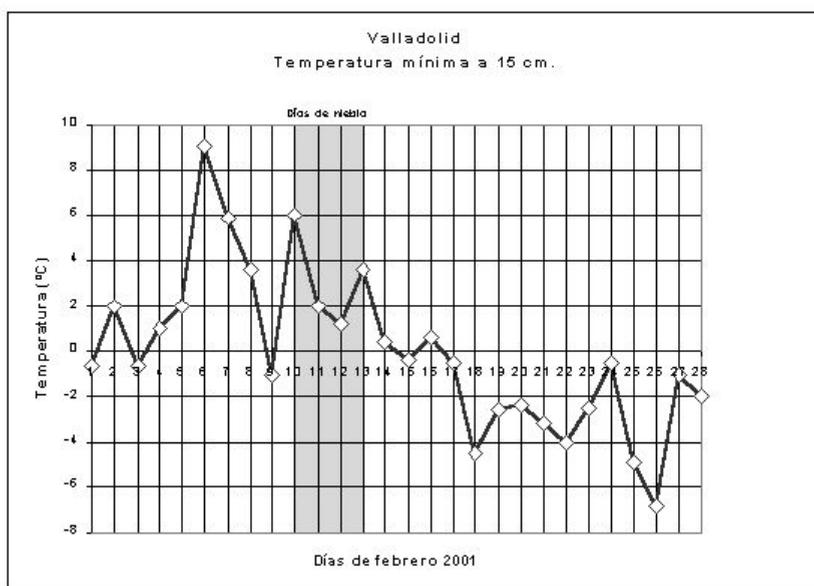


FUENTE: Elaboración propia sobre datos del I.N.M. Centro Meteorológico Territorial de Castilla y León.

- Uno de los cálculos decisivos para detectar las condiciones favorecedoras o acompañantes de la formación de las nieblas es la diferencia entre la temperatura en termómetro seco y la del punto de rocío. Cuanto más próxima a cero es, indica la existencia de niebla. Esta diferencia fue de las más bajas durante los días de niebla a cualquier hora. En este aspecto Zamora registró los cálculos más cercanos a cero. En Valladolid se registraron mínimos a las 06:00 y a las 23:00 h y el día 13 a las 12:00 h. En Salamanca sólo fue baja la diferencia el día 13 a las 12:00 h. León se mantuvo irregular, registrando una diferencia próxima a cero el día 9 a las 06:00 y a las 17:00, el día 10 a las 23:00 y a las 06:00, el 11 sólo a las 06:00, y el 13 a las 23:00. Palencia nunca llegó a alcanzar una diferencia nula (valores entre 1 y 3).

- La insolación, analizada como porcentaje respecto a la teórica según la fecha astronómica, nos indica la influencia de la niebla durante esos cuatro días; pero al ser un parámetro que no diferencia los tipos de nubes (altas, medias, bajas o nieblas) que impiden la insolación, por sí mismo no resulta significativo en nuestro estudio. Pero, aún así, por ejemplo Valladolid registró su segundo mínimo mensual el día 10 con un 5% de insolación; Zamora marcó sus tres mínimos mensuales los días 11 (17%), y 12 y 13 (0%); Salamanca-Matacán registró su mínimo mensual el día 13 (0%); y León-Virgen del Camino sus dos días menos soleados el 10 (13%) y el 13 (10%).

Figura 15. Variación de la Temperatura mínima diaria a 15 cm del suelo en el observatorio de Valladolid. Febrero 2001.

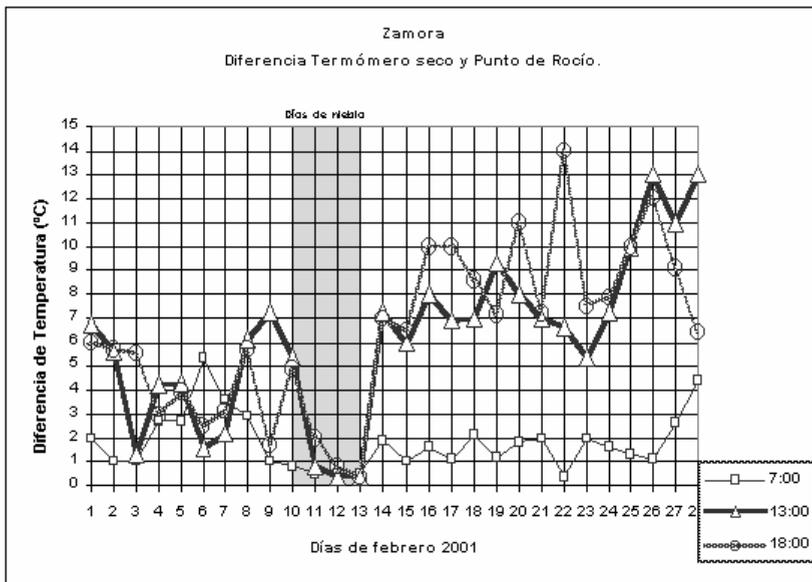


FUENTE: Elaboración propia sobre datos del I.N.M. Centro Meteorológico Territorial de Castilla y León.

- El registro del tipo de nubosidad, siendo más apropiado para nuestro fin, no tiene la certidumbre objetiva de cualquier otro parámetro registrado con aparatos apropiados, pues la variedad de técnicos observadores hace

que deba ser considerado con precauciones en los estudios climatológicos. Valladolid sólo registró niebla que cubría sus 8/8 de cielo el día 12 a las 06:00 h GMT; en Zamora los días 11, 12 y 13 a las 06:00 y a las 12:00; en Salamanca sólo el día 13 a las 17:00 y en León el día 11 a las 06:00 h GMT.

Figura 16. Diferencia entre temperatura en termómetro seco y punto de rocío en el observatorio de Zamora. Febrero 2001.



FUENTE: Elaboración propia sobre datos del I.N.M. Centro Meteorológico Territorial de Castilla y León.

- En la formación de las nieblas el viento puede darse con bajas velocidades (R. VILORIA, 1991, microf. 3). En Valladolid aparecen calmas el día 9 a las 17:00 h; el 11 a las 06:00, a las 12:00 y las 23:00 h GMT; el día 12 a las 06:00 y a las 23:00; y el 13 a las 23:00; el resto de los momentos en estos días se apreciaron vientos muy flojos del NE en superficie. En Zamora hubo calmas los días 11 y 12 y 13 a las 23:00 y este último también a las 17:00; durante los demás momentos de registro en estos cuatro días los vientos no superaron los 5 km/h y procedían más ve-

ces del Norte que del NE. León registró calmas los días 9 y 10 a las 06:00 h; el 11 en los cuatro momentos de registro y el 12 a las 06:00; el resto registraron los vientos más veloces de los cinco observatorios en estos días (4-14 km/h), en su mayoría del NE y alguna vez del Norte. Salamanca registró calmas los días 11 a las 06:00 y a las 23:00 y el 13 a las 06:00 y a las 17:00; durante el resto de momentos de registro en los días neblinosos se captaron vientos menores de 8 km/h procedentes del Norte. En este aspecto Palencia fue el observatorio que menos momentos de calma registró en esos días: solamente a las 23:00 h los días 11 y 12; el resto, soplaron los vientos más fuertes de los cinco observatorios testigos: entre 14 y 23 km/h de dirección NNW los días 9 y 10, y entre 3 y 13 km/h de dirección muy variable, con cierto predominio de los del Este el resto de los días del estudio.

Así pues la quietud del aire en superficie no fue total y hubo bastantes momentos en los que coincidieron nieblas y vientos ligeros que vienen a corroborar la existencia de turbulencias del aire por las oscilaciones quasi-periódicas detectadas en otros estudios; e indicando además, en nuestro caso, una advección originaria en su formación y un estancamiento simultáneo o posterior de las masas húmedas por las altas presiones en las áreas menos elevadas de la región.

6. CONCLUSIONES.

La utilización de "nuevas tecnologías" (teledetección y programas informáticos) como herramientas metodológicas, junto con el estudio de la dinámica atmosférica interniveles y los datos meteorológicos fiables de observatorios "completos", han permitido una novedosa aplicación geográfica para el mejor conocimiento de rasgos climáticos esenciales de las llanuras de la Cuenca del Duero, que pueden extrapolarse en parte a otros ámbitos ibéricos y de latitudes templadas. En síntesis, se puede concluir que las aportaciones son las siguientes:

- 1^a) El tratamiento informático de las imágenes de satélite a diversas horas de cada día se ha demostrado como un elemento metodológico idóneo para establecer la localización y evolución espacio-temporal de extensas nieblas invernales en las altiplanicies de la Cuenca del Duero. Asimismo, la aplicación de programas de SIG (Sistemas de Información Geográfica) ha permitido generar cartogramas muy expresivos para relacionar la per-

- sistencia de las nieblas con las cotas de altitud bajas de dichas altiplanicies.
- 2º) Se ahonda en el hecho de que la génesis de las nieblas por pérdidas térmicas de irradiación nocturna, que son las más frecuentes y las de mayor interés geográfico y social en el sector estudiado, se deben a la presencia de crestas anticiclónicas de aire cálido y húmedo (tropical marino) conocidas como "anticiclón de las Azores". Su plasmación territorial está diversificada por la configuración geomorfológica, de modo que la mayor persistencia e intensidad de las nieblas se da en las formas de relieve (valles y campiñas) por debajo de 800 metros de altitud, ubicadas en el tercio Oeste y Central de la Cuenca del Duero. Esto indica que coadyuvan a este tipo de nieblas la humedad de ríos y embalses (redes Duero-Esla-Pisuerga) y la relativa cercanía del océano Atlántico. A su vez, el aire húmedo y enfriado se acumula en los ámbitos deprimidos por advecciones, mediante débiles vientos catabáticos. Se trata, por tanto, de nieblas de irradiación-advección con inversión térmica y con secundarios aportes locales de humedad.
 - 3º) La presencia y escasa visibilidad de las nieblas presenta altos índices de correlación con los demás efectos meteorológicos a diversas horas del día. Y esto sobre todo a las 23 horas, porque es un rasgo horario en el que las nieblas se intensifican o se forman. Tal correlación se da no sólo con los efectos meteorológicos higrométricos, sino también con los térmicos y el viento. En definitiva, las nieblas condicionan y cohesionan el resto de los efectos meteorológicos.
 - 4º) A pesar de que estas nieblas están vinculadas al enfriamiento nocturno y a la acumulación de aire frío en lugares bajos, las temperaturas mínimas diarias son sólo moderadamente frías. Esta moderación también se advierte en las máximas, de modo que la oscilación térmica diaria con niebla es reducida y similar a la que acaece en situaciones atmosféricas con otro tipo de nubosidad baja.
 - 5º) Notable avance en la mejora de la predicción de las llamadas nieblas de "irradiación", lo que tiene un extraordinario interés económico y social (protección civil), dado que son extensas, intensas y persistentes y que incrementan la peligrosidad de los transportes y los índices de contaminación, incidiendo negativamente en la salud pública.

7. BIBLIOGRAFÍA.

- CALONGE CANO, G. (1984): *Climatología de los inviernos de Valladolid*. Valladolid. Ed. Secret. de Publicaciones de la Univ. de Valladolid. 342 pp.
- CALONGE CANO, G. (1989): «El clima de Castilla y León». En V. Cabero Diéguez y otros *Los espacios naturales de Castilla y León*. Valladolid. Ed. Ámbito. Págs. 30-55.
- CROWE, P.R. (1971): *Concepts in Climatology*. London. Ed. Longman. 589 pp.
- DEVUYST, P. (1982): *La Météorologie*. Bruxelles. Ed. Albert de Vischer. 164 pp.
- LABAJO SALAZAR, J.L. et al. (1995): «Un modelo de pronóstico de temperaturas de formación de nieblas de radiación». *Atmósfera* nº 3. Madrid, pp 115-126.
- MASSONS, J. et al. (1997): «Análisis de nubosidad a partir de imágenes Meteosat». En Casanova, J.L. y Sanz, J. (Ed): *Teledetección. Usos y Aplicaciones*. Servicio de Publicaciones e Intercambio Científico. Universidad de Valladolid. pp 507-512.
- ORTEGA VILLAZÁN, M.T. (1995): «Tipos de tiempo invernales y la contaminación en Valladolid». *Rev. Medio Ambiente en Castilla y León*. Nº 3. Págs. 32-35.
- QUIRÓS HERNÁNDEZ, M. (2001): «Discriminación de nieblas bajo doseles bandeados de nubes (tipo estrato)». En *X Congreso de Métodos Cuantitativos, SIG y Teledetección*. (CD-ROM). Universidad de Valladolid.
- QUIRÓS HERNÁNDEZ, M. (2002): *Teledetección y Clima en Castilla y León. Distribución de isotermas de las máximas*. Valladolid. Servicio de Publicaciones e intercambio editorial de la Universidad de Valladolid y Caja Duero, 412 pp.
- VILORIA, R.E. (1991): *Las nieblas de irradiación: Análisis evolutivo y modelización numérica*. Valladolid: Universidad, Facultad de Ciencias. 9 p. 3 microfichas; 16 cm.; 11x15 cm + 1 carpetilla. Tesis 1989 en microforma Univ. de Valladolid, Facultad de Ciencias, Departamento de Física Aplicada. Director, José Casanova Colás.

RESUMEN

Se realiza una novedosa y necesaria (para riesgos naturales) aplicación geográfica de la teledetección y del análisis interniveles de la dinámica atmosférica para explicar la formación y localización de extensas nieblas persistentes e intensas en el interior de la Península Ibérica. Concretamente, las imágenes de los satélites Meteosat y NOAA (de varias horas cada día) permitieron localizar en el Oeste y Centro de la Cuenca del Duero

la persistencia de dichas nieblas, que se originan con una dinámica atmosférica anticiclónica (de aire húmedo y relativamente cálido) diversificada en superficie por la configuración geomorfológica. Se trata de nieblas asociadas a pérdidas térmicas nocturnas por irradiación con escasa nubosidad, que se acumulan en ámbitos bajos debido a advecciones de aire enfriado mediante vientos catabáticos débiles. En valles y bajas campiñas las nieblas generan inversiones térmicas y cohesionan variados efectos meteorológicos, que corresponden a cinco observatorios completos, analizados en parte mediante correlaciones estadísticas.

Palabras clave: niebla, anticiclón, teledetección, configuración geomorfológica, correlaciones.

ABSTRACT

A novel and necessary (for natural risks) geographic application of remote sensing and the inter-levels of atmospheric dynamics analysis is made to explain the formation and location of extensives, persistents and intenses fogs inside the Iberian Peninsula. Specifically, the images of Meteosat and NOAA satellites (of several hours every day) allowed to locate in the West and Center of the River Basin of the Duero the persistence of these fogs, that are originated due to a anticyclonal atmospheric dynamics (of humid and relatively warm air) and diversified in surface by the geomorphologic configuration. It is a question on fog associated to nocturnal thermal losses by irradiation with little cloudiness, that are accumulated in low scopes due to air advections cooled by means of weak katabatic winds. In valleys and low countrysides the fog generates inversions thermal and unites varied meteorological effects, that correspond to five complete observatories, analyzed partly by means of statistical correlations.

Keywords: fog, anticyclone, remote sensing, geomorphologic configuration, correlations.

RÉSUMÉ

Une nouveauté et nécessaire (pour des risques naturels) application géographique de la télédétection et l'analyse de les inter-niveaux de la dynamique atmosphérique est fait pour expliquer la formation et l'endroit des extensives, des persistents et des intenses brouillards à l'intérieur de la Péninsule Iberique. Spécifiquement, les images des satellites Meteosat et de NOAA (de plusieurs heures chaque jour) permis de placer dans l'ouest et le centre du bassin de fleuve du Duero la persistance de ces embrumes; ces sont motivés par une dynamique atmosphérique anticyclonique (d'air humide et relativement chaud) et diversifié dans la surface par la configuration géomorphologique. Cettes brouillards sont associés aux pertes thermiques par l'irradiation nocturnal avec à peu abondant nuageuse, celle sont accumulés dans de basses portées dues aux advections d'air refroidie au moyen de vents catabatic faibles. Dans les vallées et les basses campagnes le brouillard produit des inversions thermiques et unit des effets météorologiques divers, celui correspondent à cinq observatoires complets, analysés en partie au moyen de corrélations statistiques.

Mots clés: brouillard, anticlone, télédétection, configuration géomorphologique, corrélations.