Nº 71, enero-junio de 2019, pp. 55-74.
ISSN: 0213-4691. eISSN: 1989-9890.
DOI: 10.14198/INGEO2019.71.03

Investigaciones Geográficas
Instituto Interuniversitario de Geografía
Universidad de Alicante

Cita bibliográfica: Peñuela Palma, A., Vallejo Villalta, I. & Camarillo Naranjo, J.M. (2019). Análisis de los avisos de la AEMET en la provincia de Sevilla entre los años 2011 y 2017. *Investigaciones Geográficas,* (71), 55-74. https://doi.org/10.14198/INGEO2019.71.03

Análisis de los avisos de la AEMET en la provincia de Sevilla entre los años 2011 y 2017

Analysis of warnings issued by the Spanish meteorological agency (AEMET) in the province of Seville from 2011 to 2017

Andrés Peñuela Palma[1]
Ismael Vallejo Villalta[2]
Juan Mariano Camarillo Naranjo[3]

Resumen

Los riesgos meteorológicos se pueden predecir con horas e incluso días de antelación. La AEMET ha desarrollado una serie de planes que ponen en alerta a la población civil ante la llegada de fenómenos meteorológicos adversos (FEMA), siendo el último de ellos el METEOALERTA versión 7, de junio de 2018. En ellos se definen los fenómenos que pueden causar alertas, así como los umbrales y *zonas* de avisos.

El presente trabajo recoge todos los avisos por FEMA emitidos por la AEMET para las tres demarcaciones sevillanas, Campiña, Sierra Norte y Sierra Sur, entre los años 2011 y 2017. Además de analizar la serie de avisos y sus principales características para cada tipo de fenómenos y para cada zona, se ha procedido a una comparación con los datos reales observados durante el mismo periodo en una serie de estaciones meteorológicas repartidas por la provincia. A partir de esta comparación se han analizado dos tipos de situaciones que incluyen aquellas en las que la observación alcanza o supera el umbral que contempla un nivel de aviso determinado, y aquellas otras en las que dicho umbral no se alcanza. Los resultados obtenidos, que no se consideran concluyentes, muestran unas diferencias destacables entre los valores observados y los pronosticados, diferencias que además resultan variables en relación a los tipos de fenómenos contemplados y a las zonas de aviso. Estos resultados preliminares se han considerado como un estímulo para desarrollar y profundizar en esta línea de trabajo.

Palabras claves: AEMET; METEOALERTA; avisos por fenómenos meteorológicos adversos; zonas de avisos; umbrales; provincia de Sevilla.

Abstract

Weather risks can be predicted hours or even days in advance. The Spanish meteorological agency (AEMET) has developed a series of plans to warn the population about the arrival of adverse weather events (FEMA), the most recent of these plans being METEOALERTA (version 7, June 2018). These plans define the phenomena that can cause alerts, as well as thresholds and warning zones.

This work gathers all the FEMA warnings issued by AEMET for the three Sevillian districts (Campiña; Sierra Norte; and Sierra Sur) between 2011 and 2017. As well as analysing a series of warnings and their main characteristics for each type of phenomena and for each zone, a comparison was made with the

1 Departamento de Geografía Física y Análisis Geográfico Regional, Universidad de Sevilla, España. andpeqpal@us.es
2 Departamento de Geografía Física y Análisis Geográfico Regional, Universidad de Sevilla, España. ivallejo@us.es. * Autor para correspondencia
3 Departamento de Geografía Física y Análisis Geográfico Regional, Universidad de Sevilla, España. jmcamarillo@us.es

Recepción: 13/03/2019. **Aceptación:** 06/05/2019. **Publicación:** 17/06/2019.

Este trabajo se publica bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional.

real data observed in a series of meteorological stations distributed throughout the province during the period. This comparison has enabled the analysis of two situations, namely those in which predictions were confirmed by observed data, and those others in which they were not. Although results should not be considered as conclusive, they show some important differences among predicted and observed data, and these differences are dissimilar for the distinct studied phenomena and for the prediction areas. Nevertheless, these preliminary results encourage future works.

Keywords: AEMET; METEOALERTA; warnings issued for adverse meteorological phenomena; warning areas; thresholds; province of Seville.

1. Introducción

El término alerta temprana (del inglés, *early warning*) se utiliza para hacer referencia a un conjunto diverso de actividades que persiguen el conocimiento anticipado de la ocurrencia de un fenómeno o circunstancia de carácter negativo, con el objeto de posibilitar diferentes medidas que contribuyan a evitar la propia ocurrencia, o a minimizar los efectos que de la misma puedan derivarse. En este sentido general, la alerta temprana se aplica a múltiples campos (economía, salud, riesgos naturales, etc) y a diferentes escalas temporales que van desde el largo plazo al tiempo real (Quansah, Engel y Rochon, 2010; Sättele, Bründl y Straub, 2016).

Aplicado al caso del tiempo atmosférico, la alerta temprana se traduce en lo que conocemos como alerta meteorológica (Ayala-Carcedo y Olcina, 2002), que en definitiva se basa en la predicción de fenómenos meteorológicos extremos, y que constituye uno de los cometidos más importantes de los servicios meteorológicos. En España es la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), a través del Plan METEOALERTA, el organismo responsable de la predicción de los fenómenos meteorológicos extremos, así como de la emisión de los avisos correspondientes, que serán comunicados a las diferentes autoridades competentes en materia de seguridad y emergencia, y al conjunto de la ciudadanía. Sin ánimos de revisar en este apartado los precedentes más lejanos del Plan Meteoalerta, suficientemente estudiados por otros autores al exponer la historia de la meteorología y la climatología en España (Pita, 2007; Barriendos, 2002, 2005; Olcina, 2002), se hará referencia únicamente a los precedentes inmediatos.

Así, será en los años ochenta del pasado siglo, debido a una serie de graves desastres por fenómenos meteorológicos como el asociado a la rotura de la presa de Tous en 1982 o las graves inundaciones del País Vasco en 1983, cuando las autoridades estatales pusieron en marcha, junto al INM y Protección Civil, unos planes destinados a prevenir a la población ante los peligros asociados a episodios atmosféricos extremos; nace así PREVIMET, como un primer conjunto de planes para la previsión y vigilancia meteorológica.

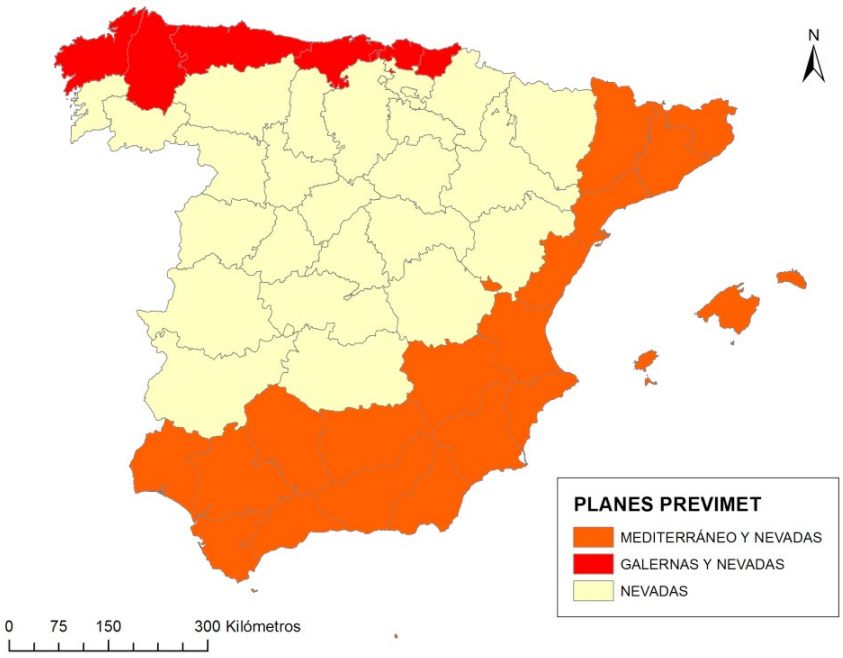
Los planes PREVIMET se iniciaron en 1987 con Previmet-Mediterráneo, siguiéndole Previmet-Galernas en 1988 y Previmet-Nevadas en 1991. La particularidad de los planes PREVIMET se resume en que hacían referencia a un fenómeno específico (lluvias, galernas, nevadas), en que se circunscribían a un área determinada del territorio español (Figura 1) y en que se restringían a un periodo de tiempo limitado. Cada Plan establecía diferentes fases o situaciones de riesgo en función de unos umbrales de lluvias, vientos, espesor de nieve, etc. (Juliá, 2017).

El 1995 se pone en marcha un nuevo plan denominado Plan Nacional de Predicción y Vigilancia de Fenómenos Adversos, con la intención de adaptarse a las normativas dictadas por la Unión Europea en materia de avisos a la población ante determinados riesgos meteorológicos, y ya en el presente siglo, concretamente en 2006, se instaura el Plan Nacional de Predicción y Vigilancia de Fenómenos Meteorológicos Adversos (METEOALERTA). El objeto de este plan es "facilitar a todos los ciudadanos y a las instituciones públicas, muy singularmente a las autoridades de Protección Civil, la mejor y más actualizada información posible sobre los fenómenos atmosféricos adversos que se prevean, con un adelanto de hasta 72 horas, así como mantener una información puntual de la evolución de los mismos, una vez que se ha iniciado su desarrollo" (Olmeda, 2018).

Como queda dicho, la emisión y comunicación de estos avisos de fenómenos meteorológicos extremos constituyen aspectos del máximo interés a nivel social y económico, como así se deduce de la opinión recogida en encuestas sobre esta cuestión (Centro de Investigaciones Sociológicas [CIS], 2011). Así mismo, estos avisos representan una pieza clave de la gestión de riesgos y emergencias, que a su vez hacen posible la mitigación de daños, la búsqueda de mejores condiciones de vida en las poblaciones afec-

tadas y, sobre todo, la evitación de la pérdida de cualquier vida humana (Pita y Olcina, 2000; Carmona, et al.,2016). En esa línea las distintas administraciones elaboran planes de prevención para la población ante los fenómenos meteorológicos adversos, tales como Plan Andaluz para la prevención de los efectos de las temperaturas excesivas sobre la Salud (Junta de Andalucía, 2018) o el Plan Nacional de actuaciones preventivas de los efectos del exceso de temperaturas sobre la Salud (Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, 2017)

Figura 1. Planes PREVIMET por provincias españolas



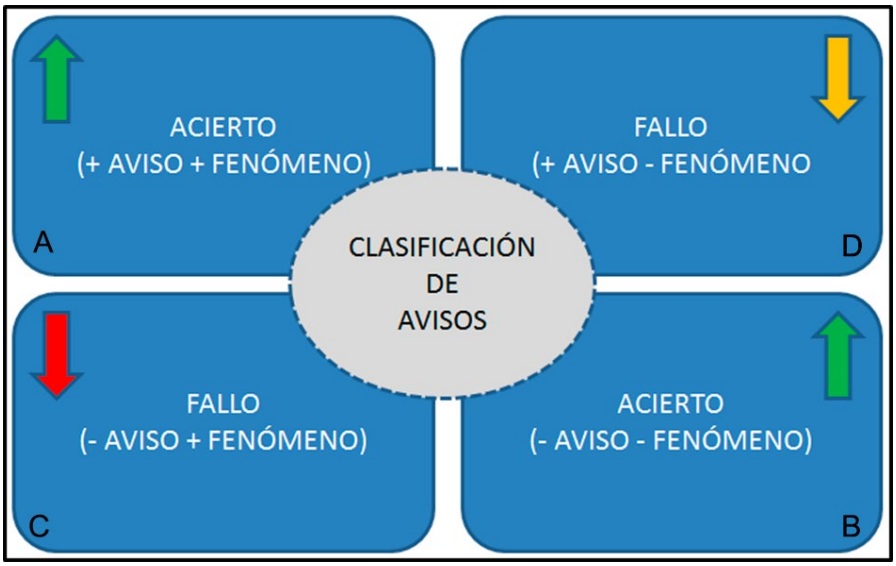
Fuente: PREVIMET. Elaboración propia

Dada esta importancia, resulta ciertamente llamativa la escasez de estudios (Mayer y Marzol, 2014; Camarasa-Belmonte y Butrón, 2016) que se centren en el análisis de los contenidos de este tipo de planes (umbrales, zonas, etc.), de su aplicación en periodos y/o espacios concretos y, sobre todo, en la evaluación de los resultados en términos de verificación, como así lo recomienda la Organización Meteorológica Mundial (Organización Meteorológica Mundial [OMM], 2000).

En este sentido, la referida evaluación parte del establecimiento de cuatro situaciones posibles en relación con los sistemas de aviso (Sättele et al., 2016). Estas cuatro situaciones se agrupan en dos situaciones de acierto y dos de fallo (Figura 2). En el primer caso, las dos situaciones se corresponden con los casos en que un aviso se confirma por la ocurrencia del suceso previsto (A), o con aquellos otros en que la ausencia de aviso también se ve corroborada por la inexistencia de fenómeno extremo alguno (B). En el segundo caso, los fallos pueden vincularle a la omisión de un aviso cuando se dan efectivamente fenómenos adversos (C), o a la emisión de avisos que no se corresponden con ocurrencias en la realidad (D). De las dos situaciones se derivan consecuencias, si bien éstas son de muy distinto signo. En el primer caso, de consecuencias más graves, se trata de una ausencia de aviso cuando efectivamente sí se desarrollan fenómenos extremos y, por tanto, puede implicar la no aplicación de medidas de prevención y emergencia que normalmente se activan a partir de la emisión de alertas; estos casos de ausencia o subestimación de situaciones de riesgo ha supuesto en muchos casos la ocurrencia de graves incidentes y desastres. En el segundo caso se trata de lo que se conoce como “falsa alarma” (Rogers y Tsirkunov, 2010), es decir, cuando se emite un aviso que no se ve confirmado por una ocurrencia real; de estas situaciones, por la misma razón de activación de los sistemas de prevención y emergencia, se derivan una serie de consecuencias que conllevan costes económicos directos (movilización de personal), indirectos (cierre de instalaciones, parques, etc.), o incluso la desconfianza en los sistemas y organismos responsables que pueden suponer una menor eficacia de los mismos en ocasiones futuras (LeClerk y Joslyn, 2015).

Tomando en consideración los planteamientos anteriores, el objetivo básico del presente trabajo consiste en describir y analizar el funcionamiento del Plan Meteoalerta en la provincia de Sevilla, como una aproximación a su valoración y evaluación, y a su potencial mejora. Para ello se ha trabajado con todos los avisos generados para la provincia entre los años 2011 y 2017, contrastándose los pronósticos emitidos con los datos observados en un conjunto de estaciones meteorológicas del mismo ámbito espacial y temporal (situaciones A y D de la Figura 2). En este contraste o comparación se tienen en cuenta tanto el ajuste entre las magnitudes pronosticadas y observadas, como la existencia o no de un comportamiento homogéneo de los datos observados a lo largo de las áreas geográficas para cuya totalidad se emiten los pronósticos.

Figura 2. Esquema para la cuantificación de los SAT



Fuente: Sättele, Bründl y Straub, 2016. Elaboración propia

2. Metodología

En consonancia con el objetivo planteado el trabajo sigue la siguiente secuencia metodológica:

(i) Estudio de la información sobre el Plan Meteoalerta en la provincia de Sevilla.

(ii) Recopilación de los avisos oficiales emitidos para la provincia de Sevilla entre los años 2011 y 2017 en cualquiera de las tres zonas establecidas por la AEMET.

(iii) Recopilación de las observaciones reales realizadas en los diferentes periodos de aviso para un conjunto de observatorios meteorológicos distribuidos por las mismas zonas AEMET de la provincia.

(iv) Diseño e implementación de una base de datos espacial (BDE) e integración de los dos conjuntos de datos anteriores en la misma.

(v) Descripción y análisis de los avisos emitidos.

(vi) Comparación entre los avisos emitidos y los datos observados.

A continuación se exponen de forma más detallada los primeros cuatro puntos de la relación anterior, desarrollándose los dos últimos en el apartado de resultados.

2.1. El Plan Meteoalerta en la provincia de Sevilla

Aunque el Plan METEOALERTA es un documento que tiene vigor en todo el territorio nacional, posee características y peculiaridades propias para cada zona que se refieren a las sectorizaciones que se realizan, a los diferentes fenómenos considerados y a los distintos umbrales de aviso para dichos fenómenos. En los puntos siguientes se va a tratar los criterios fijados en el plan para la provincia sevillana.

2.1.1. Zonificación

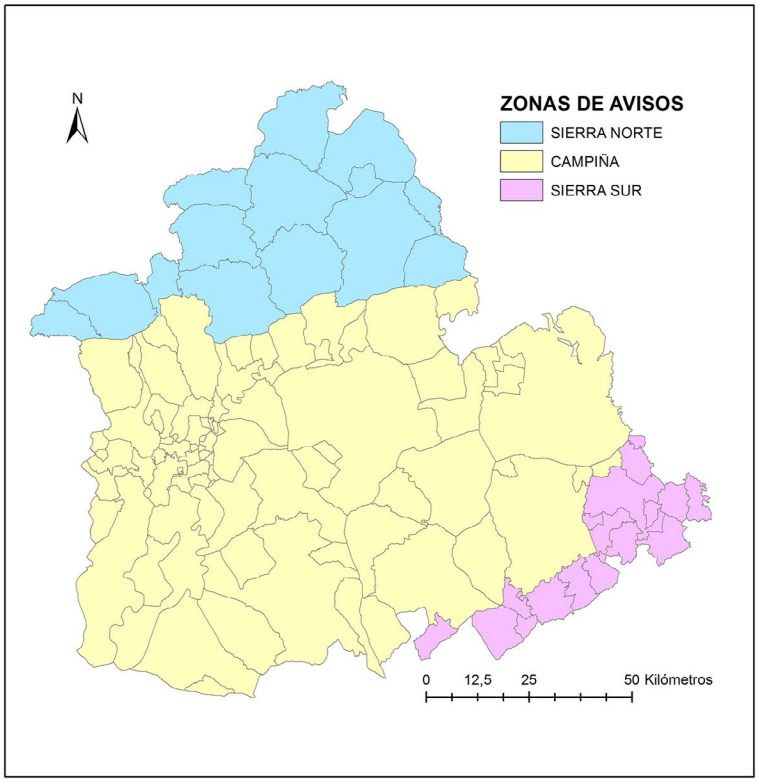
El Plan presenta para la provincia de Sevilla 3 zonas de avisos: Campiña, Sierra Norte y Sierra Sur. La primera, de gran extensión, comprende las comarcas sevillanas (catálogo elaborado por la Consejería

de Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía del 27 de marzo de 2003) de la Campiña, la Vega del Guadalquivir, la comarca de Écija, el Área Metropolitana de Sevilla, el Bajo Guadalquivir, el Aljarafe y las Marismas, contando con un total de 74 municipios, entre los que se encuentra la capital.

Las demarcaciones serranas se corresponden a las comarcas de Sierra Norte y Vía de la Plata en el primer caso, encontrándose 14 municipios en la demarcación denominada Sierra Norte de Sevilla; y de Sierra Sur y Sierra de Morón en el segundo caso, denominada demarcación de Sierra Sur de Sevilla, donde se localizan los términos municipales de 17 localidades. En la Figura 3 podemos encontrar la publicación de la zonificación de avisos para la provincia de Sevilla propuesta por la AEMET.

Podemos observar que la zonificación no es homogénea, siendo muy destacable la diferencia entre la zona de la Campiña, que ocupa el 70,4 2% de la superficie de la provincia, frente al 22,40 % del área que ocupa la Sierra Norte y sólo el 7,16 % de la superficie sevillana que ocupa la demarcación de la Sierra Sur. Así, la Campiña de Sevilla es la demarcación de mayor extensión de Andalucía.

Figura 3. Zonas de predicción meteorológicas para la provincia de Sevilla



Fuente: AEMET. Elaboración propia

Mayores son las diferencias si en lugar de superficie tomamos como variable la población a la que va dirigida los avisos, pues del total de los habitantes de la provincia, el 94,93 % corresponde a la zona denominada de Campiña (Tabla 1); por el contrario, sólo el 1,72 % de la población de encuentra ubicada en la Sierra Norte. En la demarcación Sierra Sur encontramos el 3,33 % del total del censo provincial.

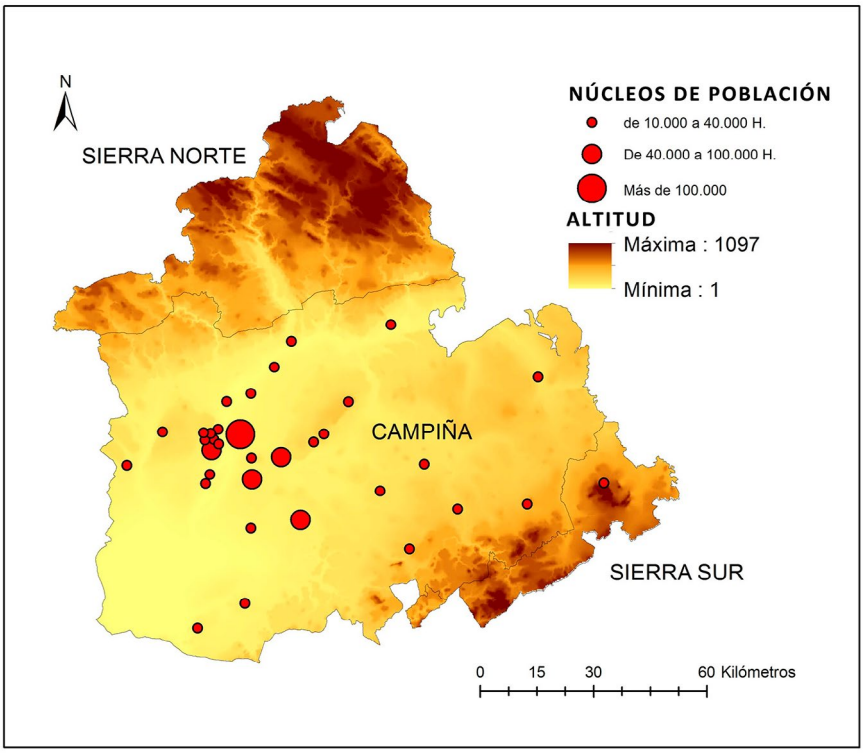
Tabla 1. Número de municipios, superficie y población para cada Zona

ZONA	Nº DE MUNICIPIOS	SUPERFICIE (km²)	POBLACIÓN
SIERRA NORTE	14	3.145,3	33.516
CAMPIÑA	74	9.885,1	1.841.237
SIERRA SUR	17	1.006,1	64.774
PROVINCIA DE SEVILLA	105	14.036,5	1.939.527

Fuentes: AEMET e IECA (Sistema de Información Multiterritorial de Andalucía [SIMA]). Elaboración propia

Respecto a las características del sistema de asentamiento urbano para cada zona también encontramos gran disparidad. En la Campiña encontramos una gran concentración metropolitana en torno a la capital sevillana, así como una nutrida red de ciudades medias a lo largo del territorio. Aquí se encuentran todos los municipios con más de 10.000 habitantes a excepción de Estepa, que se ubica en la Sierra Sur (Figura 4). En las áreas serranas la red urbana está muy diseminada por el territorio, tratándose de asentamientos más modestos (la mayoría de los municipios tienen menos de 5.000 habitantes y muchos de ellos no llegan a 2 millares), que se encuentran generalmente muy dispersos y aislados.

Figura 4. Localización de municipios de más de 10.000 habitantes y alturas



Fuente: IECA y REDIAM. Elaboración propia

Respecto a las altitudes,en la Sierra Norte oscila entre los 320 metros sobre el nivel del mar de La Puebla de los Infantes y los 671 metros de Alanís, presentando una altitud media de 558 metros. Por su parte, en la Sierra Sur la altitud oscila entre 219 metros en Badolatosa y 552 metros en Pruna, con una elevación media de 488 metros. El caso de la Campiña merece una mención aparte, pues los municipios con la menor altitud (Isla Mayor con sólo 3 metros sobre el nivel del mar) y el que incluye la mayor altitud (El Rubio con 205 metros) se encuentran a más de 100 km. de distancia. Nos hallamos ante una amplia zona llana que se caracteriza por la ausencia de grandes elevaciones (altitud media de 94 metros), si bien podemos apreciar mayores alturas en el Aljarafe o los Alcores.

2.1.2. Fenómenos y umbrales

La emisión de avisos de AEMET se basa en la previsión de que para un fenómeno determinado se alcancen o se superen una serie de umbrales que se consideran críticos. Estos umbrales son tres para un mismo fenómeno, marcando diferentes niveles de aviso de menor a mayor gravedad (amarillo, naranja y rojo) y pueden ser diferentes en cada una de las zonas. A continuación, en la Tabla 2 se detallan dichos umbrales para las 3 demarcaciones de la provincia sevillana para cada uno de los niveles de avisos.

Los fenómenos de niebla y polvo en suspensión sólo pueden alcanzar el nivel de aviso amarillo para todo el estado español. El primero, cuando su intensidad, extensión y persistencia sean importantes; el segundo, con visibilidad inferior a los 3.000 metros. Respecto a fenómeno tormenta, existen 3 niveles de avisos diferentes para el todo el territorio nacional.

Tabla 2. Umbrales específicos para cada fenómeno, nivel y zona en Sevilla

FENÓMENO	NIVEL AVISO	SIERRA NORTE	CAMPIÑA	SIERRA SUR
Temperatura Mínima (ºC)	Amarillo	-4	-1	-4
	Naranja	-8	-4	-8
	Rojo	-12	-8	-4
Temperatura máxima (ºC)	Amarillo	38	38	38
	Naranja	40	40	40
	Rojo	44	44	44
Racha máxima viento (km/hora)	Amarillo	70	70	70
	Naranja	90	90	90
	Rojo	130	130	130
Precipitación 12 horas (Litros/m^2)	Amarillo	40	40	40
	Naranja	80	80	80
	Rojo	120	120	120
Precipitación 1 hora (Litros/m^2)	Amarillo	15	15	15
	Naranja	30	30	30
	Rojo	60	60	60
Nieve 24 horas (cm espesor)	Amarillo	2	2	2
	Naranja	5	5	5
	Rojo	20	20	20

Fuente: AEMET, 2018 (METEOALERTA V-7)

Tabla 3. Niveles de avisos para tormentas

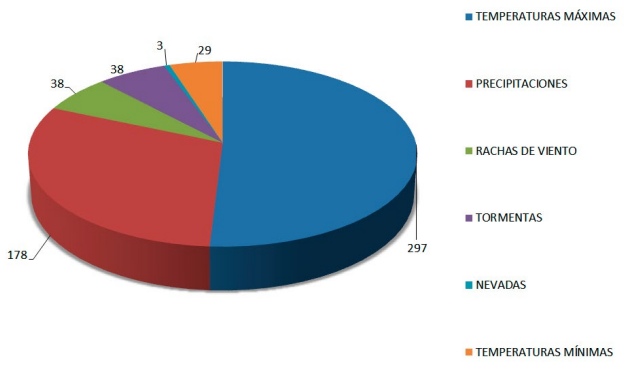
NIVEL AMARILLO	NIVEL NARANJA	NIVEL ROJO
Tormentas muy organizadas y generalizadas, lluvias localmente muy fuertes y/o vientos localmente muy fuertes y/o granizo superior a 2 cm. También es posible la aparición de tornados.	Tormentas muy organizadas y generalizadas, lluvias localmente muy fuertes y/o vientos localmente muy fuertes y/o granizo superior a 2 cm. También es posible la aparición de tornados.	Tormentas altamente organizadas. La probabilidad de lluvias torrenciales y/o de vientos localmente muy fuertes y/o granizo superior a 2 cm es muy elevada. Es probable la aparición de tornados.

Fuente: AEMET, 2018 (METEOALERTA V-7)

2.2. Avisos meteorológicos entre 2011 y 2017

Dado que a este aspecto se dedica el primer punto del apartado sobre resultados, solamente se adelantan en este epígrafe algunas cuestiones generales. Los avisos entre los años 2011 y 2017 fueron facilitados por el Servicio de Emergencias y Protección Civil (112 Andalucía) de Sevilla y constituyen un conjunto total de 583 avisos (Figura 5). De este conjunto, más de la mitad fueron alertas por altas temperaturas (50,94 %), seguidos por los avisos de precipitaciones que suponen un 30,53 % del total. Por su parte, tormentas y rachas de viento se dieron en un porcentaje similar del 6,52 %, mientras que un 4,97% de los avisos corresponden a temperaturas mínimas y sólo un 0,51 % a nevadas. El conjunto de datos recogido para cada aviso incluye información sobre la zona para la que se origina, el fenómeno y nivel de aviso, así como el alcance temporal del mismo.

Figura 5. Avisos por fenómenos



Fuente: 112-Andalucía. Elaboración propia

2.3. Estaciones meteorológicas y datos observados

Una vez conocido el conjunto de avisos disponibles y su reparto por tipo de fenómeno y zona, se seleccionaron las estaciones meteorológicas de las que se obtienen los datos para contrastar la información de los avisos. Esta selección se realizó considerando los siguientes criterios:

a) Disponer de datos representativos de todas las comarcas naturales de la provincia.
b) Existencia de series de datos suficientes y fiables para cada uno de los fenómenos para los que se dispone de alerta.
c) Que los datos tengan unificados los formatos y usen las mismas unidades para poder comparar con los umbrales de la AEMET.
d) Inexistencia de lagunas que impidan la comparación con los avisos.

Sobre la base de estos criterios, se seleccionaron un total de 11 estaciones, procedentes de la AEMET, o bien de la Red de Información Agroclimática (RIA) de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía. De este conjunto, las zonas de Sierra Norte y Sierra Sur cuentan con dos estaciones cada una, mientras que para la zona de la Campiña, dado su extensión, fueron elegidas 7 estaciones (Tabla 4 y Figura 6).

Tabla 4. Estaciones meteorológicas escogidas para cada comarca

ZONA	COMARCA	ESTACIÓN	ALTITUD
SIERRA NORTE	SIERRA NORTE	ALANÍS	671
	VÍA DE LA PLATA	EL RONQUILLO	335
CAMPIÑA	ALJARAFE	SANLÚCAR LA MAYOR	134
	MARISMAS	LA PUEBLA DEL RÍO	12
	BAJO GUADALQUIVIR	LEBRIJA	31
	ÁREA METROPOLITANA	SEVILLA - AEROPUERTO	20
	LA VEGA	TOCINA	25
	CAMPIÑA	MARCHENA	130
	COMARCA DE ÉCIJA	ÉCIJA	103
SIERRA SUR	SIERRA SUR	ESTEPA	533
	MONTES DE MORÓN	EL SAUCEJO	534

Elaboración propia

Figura 6. Localización de las estaciones elegidas para el estudio

Elaboración propia

Teniendo en cuenta el alcance temporal del conjunto de avisos, el número de datos extraídos de las estaciones son un total de 2.561. De éstos, 1.925 corresponden a la zona de La Campiña, mientras que para la Sierra Norte se cuenta con 344 datos y con 272 para la Sierra Sur. En la tabla 5 se expone esta distribución incluyendo el tipo de fenómeno.

Tabla 5. Observaciones por fenómeno y zona de aviso

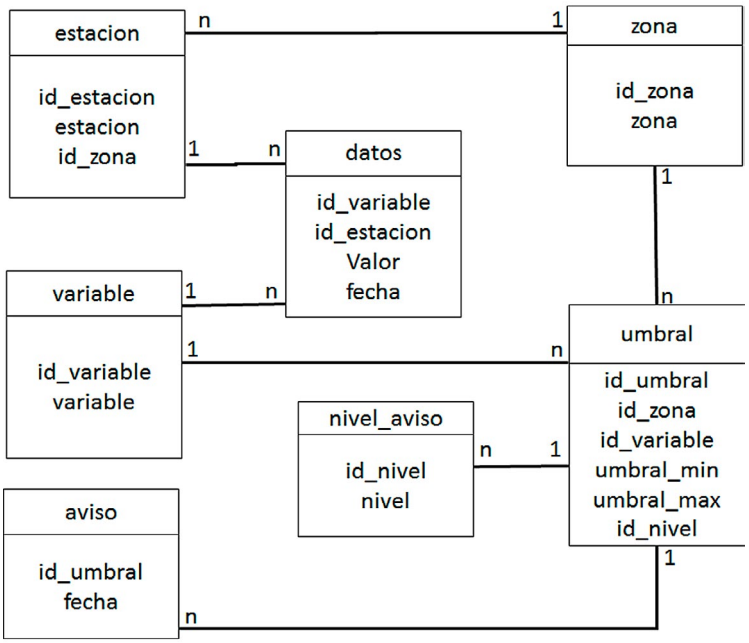
	TEMPERATURAS MÍNIMAS	TEMPERATURAS MÁXIMAS	PRECIPITACIONES	RACHAS DE VIENTO	TORMENTAS	NEVADAS
CAMPIÑA	84	1190	483	84	84	0
SIERRA NORTE	18	130	136	28	26	6
SIERRA SUR	16	124	82	24	26	0

Fuente: AEMET y RIA. Elaboración propia

2.4. Diseño e integración de los datos en una BDE

La opción de utilizar una BDE para la integración del conjunto de datos disponibles responde a una serie de ventajas de este tipo de recursos frente a otras opciones. Así, en primer lugar hay que referirse a la integración estructurada y coherente de la información que se consigue mediante la previa definición y diseño de los modelos de datos conceptual (Figura 7) y lógico. En segundo lugar, a partir de una misma estructura de datos se hace posible tanto el análisis estadístico como el espacial, así como el que combina ambos aspectos, a través de la elaboración de consultas basadas en el leguaje SQL-Espacial. Por último, tanto la estructura de datos como las consultas realizadas son susceptibles de ser aplicadas a otros ámbitos espaciales (otros conjuntos de avisos y estaciones) y temporales (ampliación de la serie de datos) de una forma sencilla y con una mínima inversión en tiempo y recursos. En este caso concreto se ha recurrido al uso de PostgreSQL y su extensión espacial PostGIS.

Figura 7. Modelo de datos



Elaboración propia

3. Resultados

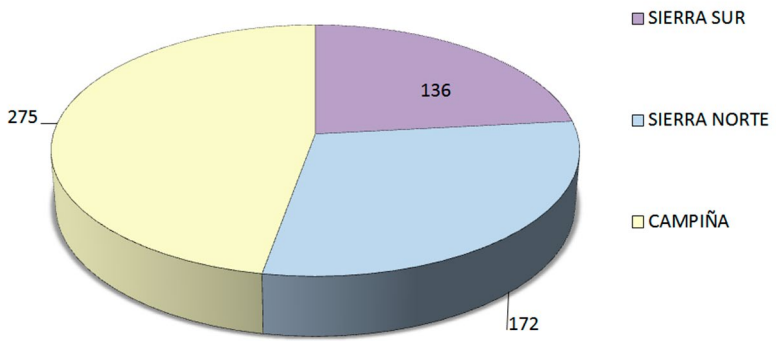
La exposición de los resultados comprende dos apartados. En el primero, como ya se ha comentado, se analizan de forma detallada el conjunto de avisos por fenómenos meteorológicos adversos emitidos por la AEMET para la provincia de Sevilla entre 2011 Y 2017. En el segundo, se lleva a cabo la comparación entre estos avisos y los datos observados en las estaciones meteorológicas seleccionadas.

3.1. Avisos emitidos por la AEMET entre 2011 y 2017

A partir de las tablas sobre avisos y umbrales se llevaron a cabo las consultas necesarias para extraer la información que permitiera una caracterización pormenorizada de los avisos disponibles. Así, aunque ya se adelantaba información en el apartado dedicado a una descripción de los avisos (Figura 5), cabe volver a destacar el predominio de los causados por precipitaciones y, sobre todo, aquellos que se derivan de las altas temperaturas; entre ambos representan más del 80% de los avisos emitidos.

Respecto a la distribución espacial de los avisos, existe una importante variación entre las demarcaciones, siendo la Campiña la que más avisos genera con un 47,16 %, seguida de Sierra Norte y Sierra Sur, con porcentajes del 29,50 % y del 23,32 %, respectivamente (Figura 8).

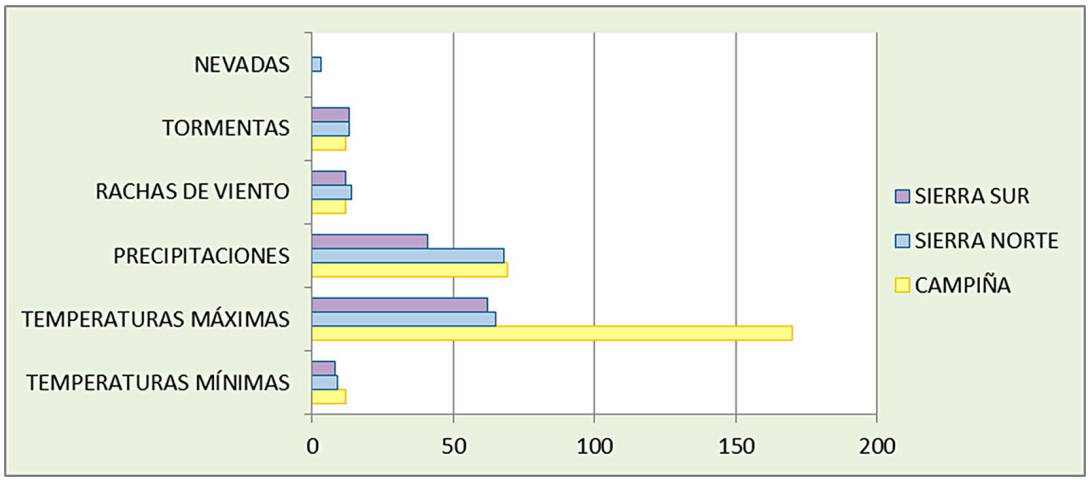
Figura 8. Avisos totales por zonas



Fuente: 112-Andalucía. Elaboración propia

De la misma forma, para cada zona el número de avisos por fenómenos es diferente (Figura 9). Así, además de muy escasos, los avisos por nevadas sólo se dan en la Sierra Norte, mientras que avisos por fenómenos como tormentas, rachas fuertes de viento o temperaturas mínimas presentan un número muy similar en las tres demarcaciones. Por su parte, los avisos por precipitaciones son muy similares en Campiña y Sierra Norte, frente a los más escasos de la Sierra Sur. Respecto a los más frecuentes avisos por temperaturas máximas, se puede observar como sobresalen de forma manifiesta en la demarcación de la Campiña (170) respecto al resto de los fenómenos y de las zonas, apareciendo de forma equilibrada en las otras dos zonas.

Figura 9. Avisos por fenómenos y demarcaciones



Fuente: 112-Andalucía. Elaboración propia

Desde el punto de vista de los niveles de alerta, también existen diferencias entre los avisos emitidos. Así, un 86,44 % son de nivel amarillo (504), un 13,37 % de nivel naranja (78), y tan solo un 0,17 % lo

ocupa el nivel rojo, correspondiendo a un único aviso emitido el 10 de agosto de 2012 por altas temperaturas en la Campiña (Tabla 6).

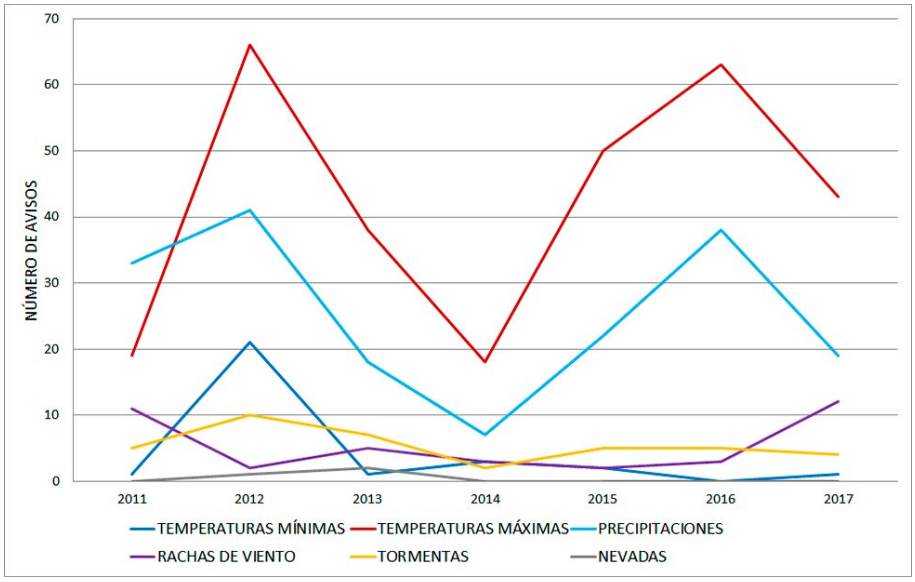
Tabla 6. Avisos por fenómenos y por nivel de alerta en Sevilla (2011-2017)

	AVISOS AMARILLO	AVISOS NARANJA	AVISOS ROJO
TEMPERATURAS MÍNIMAS	29	0	0
TEMPERATURAS MÁXIMAS	232	64	1
PRECIPITACIONES	169	9	0
RACHAS DE VIENTO	34	4	0
TORMENTAS	38	0	0
NEVADAS	2	1	0

Fuente: 112-Andalucía. Elaboración propia

En cuanto a la evolución temporal, la emisión de avisos tampoco presenta un comportamiento homogéneo, observándose en el periodo analizado un marcado contraste entre años, con dos picos de avisos centrados en los años 2012 y 2016, que comprenden el 24,19% (141) y el 18,70% (109) de los avisos, respectivamente. En el lado contrario se encuentra el año 2014, en el que tan solo se registra el 5,66% de los avisos (Figura 10). Como queda dicho, 2012 destaca como el año con más avisos emitidos, y si se analizan las cifras de cada grupo por fenómeno es también reseñable como en este año se dan marcados contrastes; así, no solo acumula un importante número de avisos por temperaturas altas y precipitaciones, como sucede en 2016, sino que en este año también se da el mayor número de avisos por temperaturas mínimas y por tormentas de la serie estudiada.

Figura 10. Evolución del número de fenómeno por año



Fuente: 112-Andalucía. Elaboración propia

3.2. *Comparación entre los avisos de la AEMET y los datos meteorológicos observados*

En este caso las consultas realizadas tenían como principal objetivo contrastar los umbrales de los avisos emitidos con los datos reales observados en las diferentes estaciones seleccionadas; obviamente, esta comparación se realiza siempre para un aviso específico, que implica un alcance temporal, un fenómeno determinado, una demarcación y un nivel de alerta, y para el que seleccionan únicamente los datos observados en las mismas fechas y en las estaciones meteorológicas de la demarcación afectada. La exposición de estas comparaciones se presenta en primer lugar de forma general y a continuación analizando cada fenómeno de forma pormenorizada; la evaluación de las comparaciones comprende una doble aproximación que incluye el cumplimiento o no del aviso (se alcanza o se supera el umbral específico del aviso

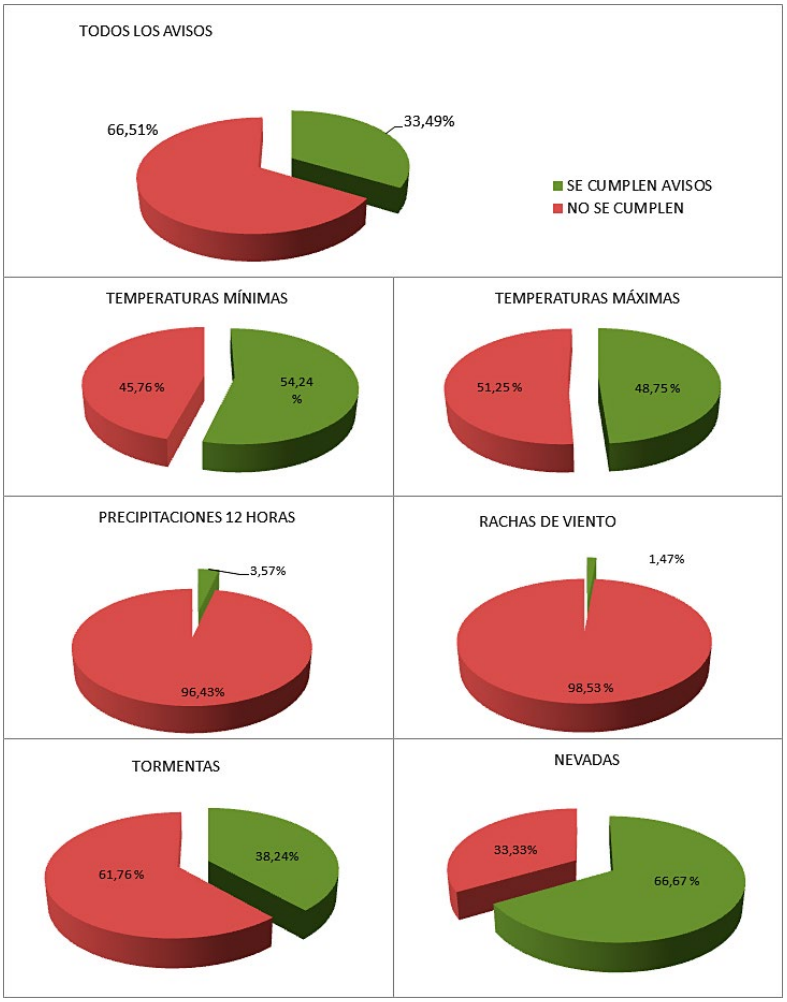
o no), así como una medición básica de los casos en que los avisos no se cumplen, a través del cálculo de las diferencias entre los umbrales de referencia y los datos observados.

3.2.1. Análisis general

Un primer resultado general permite señalar que de las 2.541 observaciones que coincidían con alertas, sólo un 33,49 % cumplen las previsiones de la AEMET; es decir, en estas observaciones se igualan o se superan los umbrales establecidos para los avisos, y, por tanto, en un 66,51% de los casos estos valores no alcanzan los umbrales de referencia (Figura 11).

Si se pasa a un análisis por tipo de fenómeno, estos porcentajes generales encubren importantes diferencias. Así, en el caso de los avisos por nevadas y temperaturas mínimas el grado de cumplimiento supera el 50%, siendo especialmente alto en el caso de las nevadas (66,67%). Muy cercano a este porcentaje se sitúan los avisos por altas temperaturas, que se cumplen en un 48,75% de los caso. En un nivel intermedio se sitúan las alertas por tormentas, que casi alcanzan el 40%, mientras que en el extremo opuesto se sitúan los avisos por precipitaciones intensas y por fuertes rachas de viento, donde los aciertos bajan hasta un 3,57 % y un 1,47 %, respectivamente.

Figura 11. Porcentaje de observaciones que cumplen los avisos



Fuentes: AEMET Y RIA. Elaboración propia

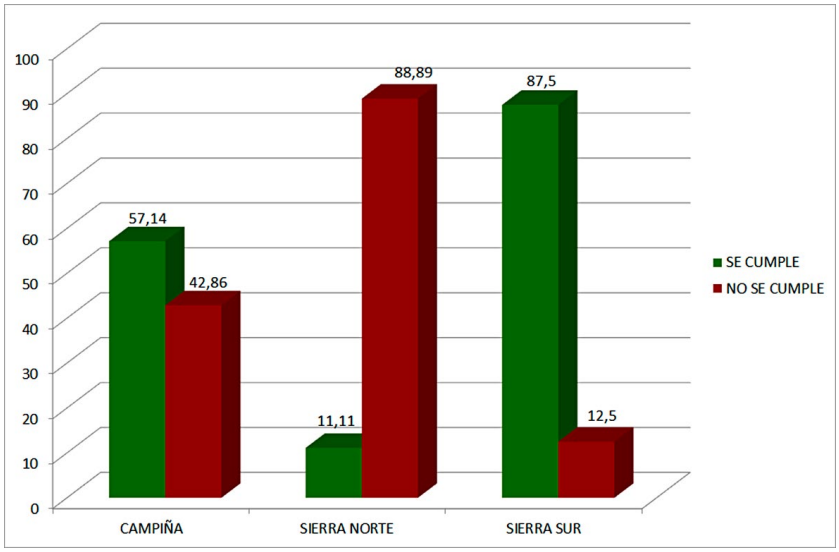
3.2.2. Avisos por bajas temperaturas

Se cuenta con un total de 29 avisos, que se reparten en 12 en la demarcación de la Campiña, 9 en la Sierra Norte y 8 en la Sierra Sur. Para la comparación se dispone de 84 observaciones en la Campiña,

18 en la Sierra Norte y 16 en la Sierra Sur. Como se ha comentado en el análisis anterior, el balance general es positivo, con un 54,23 % de aciertos y un 45,76 % en que los pronósticos no se corresponden con los datos recogidos.

Sin embargo, si se pasa a un análisis por demarcaciones puede apreciarse cierta disparidad de comportamiento. Así, en la Campiña son 48 de las 84 observaciones disponibles las que coinciden con los umbrales de alerta (57,14%); para los casos en que no se cumplen los avisos (42,86%), se han calculado las medias de las diferencias entre los valores observados y los distintos umbrales de referencia, que en este caso se sitúa en 2,19º. Por lo que se refiere a la Sierra Norte tan solo 2 (11,11%) de las 18 temperaturas mínimas observadas alcanzaron los -4ºC que marca el umbral de METEOALERTA para esta zona; extraídas las medias de las diferencias para los casos de no acierto (88,89 %), se obtiene un valor de 2,55º. En el otro extremo se sitúan los datos para la Sierra Sur, donde en la mayoría de los casos, 14 de los 16 avisos (87,50%), se cumplieron los pronósticos, si bien en esta ocasión, los 2 casos en los que no se alcanzan los umbrales se quedan muy alejados, con un valor medio para las diferencias de 4,35º (Figura 12).

Figura 12. Porcentaje de aciertos y fallos en avisos por bajas temperaturas por zonas



Fuente: AEMET Y RIA. Elaboración propia

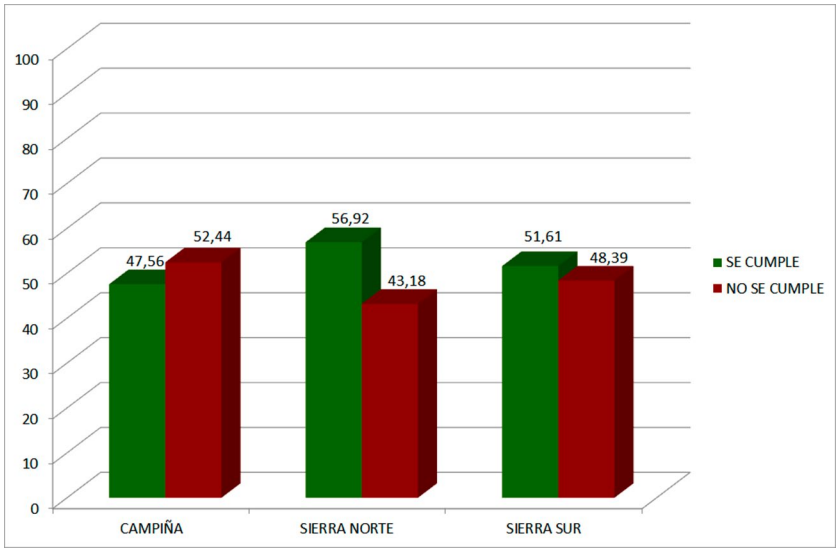
3.2.3. Avisos por temperaturas máximas

Del fenómeno de temperaturas máximas se cuenta con el mayor número de avisos para este periodo, un total de 297, de los cuales 64 son de nivel naranja, 1 de nivel rojo y el resto de nivel amarillo. De ellos, 170 avisos se anunciaron para la demarcación de la Campiña, 65 para la Sierra Norte y 62 para la Sierra Sur. Como consecuencia, también se dispone del mayor número de datos recogidos en las diferentes estaciones meteorológicas, un total de 1.444, de los que 704 confirmaron los pronósticos anunciados por AEMET (48,75 %), frente a 740 (51,25%) observaciones en que no se alcanzaron los umbrales de referencia.

Por demarcaciones, la Campiña es la única zona donde el porcentaje de aciertos se sitúa por debajo del 50%. Así, de los 1.190 datos observados para esta zona, 566 se ajustaron a los pronósticos emitidos (47,56%), frente a los 624 (52,44 %) en que no se alcanzaron las temperaturas de referencia; en este caso, además, la media de las diferencias entre los datos observados y los umbrales se sitúa en 3,55º, superando de forma importante a este mismo parámetro en las otras dos zonas, donde éste se sitúa en 2,41º, en la Sierra Norte, y en 1,97º en la Sierra Sur.

Dado el alto número de avisos por altas temperaturas que se dan en la demarcación de la Campiña y dada la trascendencia de los mismos en una zona donde se encuentra la mayor parte de la población provincial y las ciudades más importantes, se ha creído de interés profundizar en el comportamiento individualizado de las estaciones meteorológicas seleccionadas. Así, resulta patente la existencia de una gran divergencia en el cumplimiento de las alertas, siendo revelador el ajuste de los porcentajes de acierto con la localización de las estaciones (Tabla 7).

Figura 13. Porcentaje de observaciones que cumplen o no por cada demarcación en temperaturas máximas



Fuente: AEMET Y RÍA. Elaboración propia

Tabla 7. Comportamiento de las estaciones meteorológicas de la Campiña respecto a los avisos por altas temperaturas

ESTACIÓN	AVISOS	SE CUMPLEN	% ACIERTO	NO SE CUMPLEN
ÉCIJA	170	137	80,59	33
MARCHENA	170	130	76,47	40
TOCINA	170	122	71,76	48
AEROPUERTO (SEVILLA)	170	114	67,06	56
SANLÚCAR LA MAYOR	170	59	34,70	111
LA PUEBLA DEL RÍO	170	3	1,76	167
LEBRIJA	170	1	0,59	169

Fuente: AEMET Y RIA. Elaboración propia

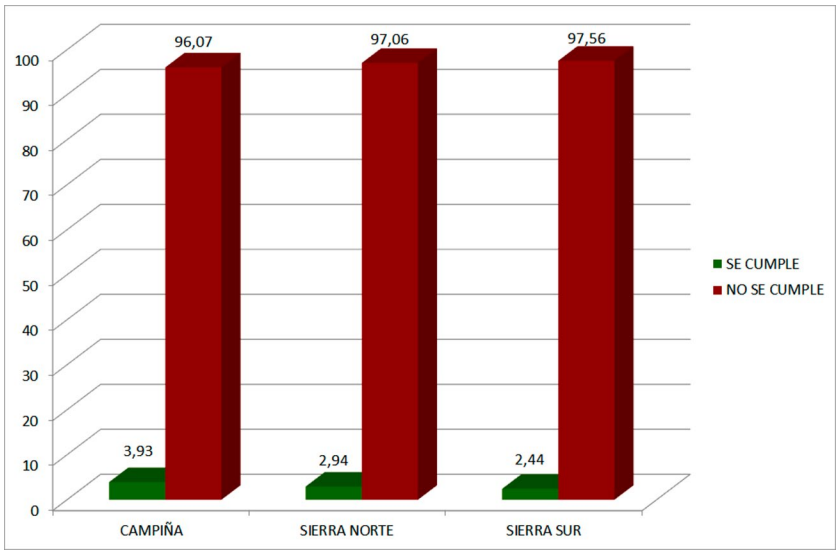
De esta forma, se aprecia el aumento de los porcentajes de acierto conforme las estaciones se localizan más hacia el Este, con niveles superiores al 70 % en los casos de Tocina, Marchena y Écija, y cercanos a esta cifra en el caso de Sevilla. A partir de este punto, las tres estaciones situadas al oeste de la capital provincial muestran porcentajes de acierto bastante menores, destacando el caso de las dos estaciones que se ubican en el entorno de las marismas del Guadalquivir, en los que los niveles de acierto son muy bajos (1,76% y 0,59%).

3.2.4. Avisos por fuertes precipitaciones

En el caso de las fuertes precipitaciones, los avisos emitidos han sido 178, repartidos en 69 en la Campiña, 68 en Sierra Norte y 41 en Sierra Sur. Lo más destacable de estos avisos es el bajo nivel de acierto (Figura 14), de forma que de un total de 701 observaciones disponibles, tan sólo 25 han confirmado las alertas emitidas, lo que supone un 3,57 %.

En el mismo gráfico se puede apreciar que las 3 demarcaciones ofrecen resultados muy similares. Así, en la Campiña sevillana, con 483 observaciones, sólo en 19 ocasiones de sobrepasaron los umbrales de 40 litros/hora en 12 horas para los avisos de nivel amarillo o los 80 litros/hora los de tipo naranja, presentando un porcentaje final de aciertos del 3,93 %; en el caso de las diferencias entre valores observados y umbrales, su valor medio se sitúa en 28,80 litros/hora. Peores resultados muestran aún las estaciones serranas, pues sólo se alcanza el 2,94 % de aciertos en el caso de la Sierra Norte, con una media de las diferencias de 26,93 litros/hora, y el 2,44 % en la Sierra Sur, donde el promedio de las diferencias alcanza los 30,04 litros/hora.

Figura 14. Porcentaje de observaciones que cumplen o no por cada demarcación para precipitaciones en 12 horas

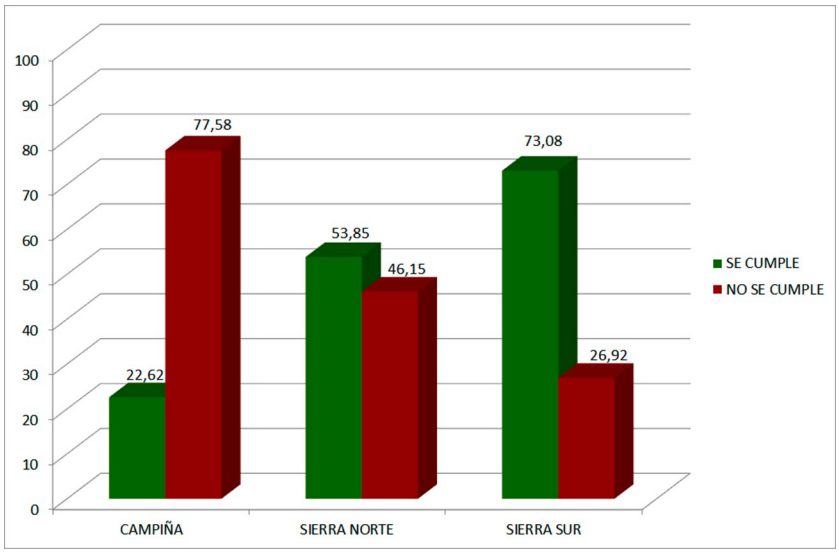


Fuente: AEMET Y RIA. Elaboración propia

3.2.5. Avisos por tormentas

Con el mismo número de avisos que en el caso anterior (38 avisos), las observaciones recogidas para este fenómeno fueron de 135. De estas observaciones, 52 (38,52%) coincidieron con los pronósticos emitidos, registrándose por tanto fenómenos tormentosos. Como en otros tipos de aviso, también en este caso se muestran unos resultados dispares para las diferentes demarcaciones; así, mientras que en Sierra Sur y Sierra Morena se obtienen porcentajes de acierto del 73,08% y 53,85%, respectivamente, en la Campiña solo se llega al 22,62 %.

Figura 15. Porcentaje de observaciones que cumplen o no por cada demarcación para fenómenos tormentosos



Fuente: AEMET Y RIA. Elaboración propia

3.2.6. Avisos por fuertes rachas de viento

Algo similar al caso de las lluvias sucede con los avisos por fuertes rachas de viento. En este caso, de un total de 132 observaciones correspondientes a 38 avisos emitidos, tan sólo en 2 casos se han alcanzado las intensidades de viento señaladas como umbrales, lo que supone un porcentaje de acierto de 1,55%. Las me-

dias de las diferencias entre las velocidades medidas y sus respectivos umbrales se sitúan en33,64 km/hora, para la Campiña, 45,72 km/hora para la Sierra Sur, y 52,43 km/hora en el caso de la Sierra Norte.

3.2.7. Avisos por nevadas

Tal como se adelantaba en apartados anteriores, los datos sobre nevadas son muy poco significativos, disponiéndose únicamente de 3 avisos en la Sierra Norte. Contrastados estos avisos con las observaciones de las dos estaciones disponibles para esta zona, se observa que en todos los casos se cumplieron los pronósticos de nevada en Alanís, mientras que en El Ronquillo sólo en una ocasión se alcanzó el umbral de nieve acumulada previsto.

4. Discusión de resultados

El estudio desarrollado representa un primer acercamiento al diseño de un programa más amplio dirigido a la evaluación de los avisos meteorológicos derivados del Plan Meteoalerta. Debido a este carácter de aproximación, el trabajo presenta una serie de limitaciones que se refieren, fundamentalmente, (i) a la extensión temporal (2011-2017) y (ii) espacial de los datos (provincia de Sevilla), (iii) al hecho de que solamente se hayan evaluado aquellas situaciones en las que existen avisos (casos A y D de la Figura 2), y (iv) a la selección de una muestra de estaciones meteorológicas de entre todas la existentes en el área de estudio. En el caso concreto del punto (iii), también debe reconocerse que la evaluación de los avisos no cumplidos podría realizarse con más profundidad, ampliándose el tratamiento estadístico de las diferencias entre los valores observados y los umbrales de referencia, que en este caso se ha reducido a un mero cálculo de promedios. De la misma forma, la inclusión de los tres niveles de probabilidad que acompañan a los avisos, deberán incluirse en futuros estudios para caracterizar de forma más ajustada el cumplimiento o no de los avisos; para este caso concreto, la serie de avisos obtenida que procede de los servicios de Protección Civil, no incluye esta información.

Otro tipo de limitaciones se refieren al propio diseño de la metodología que podría contemplar otro tipo de comparación entre episodios de fenómenos extremos y consecuencias de los mismos, tal como se hace en otros estudios (Camarasa-Belmonte y Butrón, 2016); sin lugar a dudas se trata de una aproximación de gran interés, a través de la cual se amplían los criterios para poder evaluar la adecuación de los umbrales que se establecen en el Plan Meteoalerta.

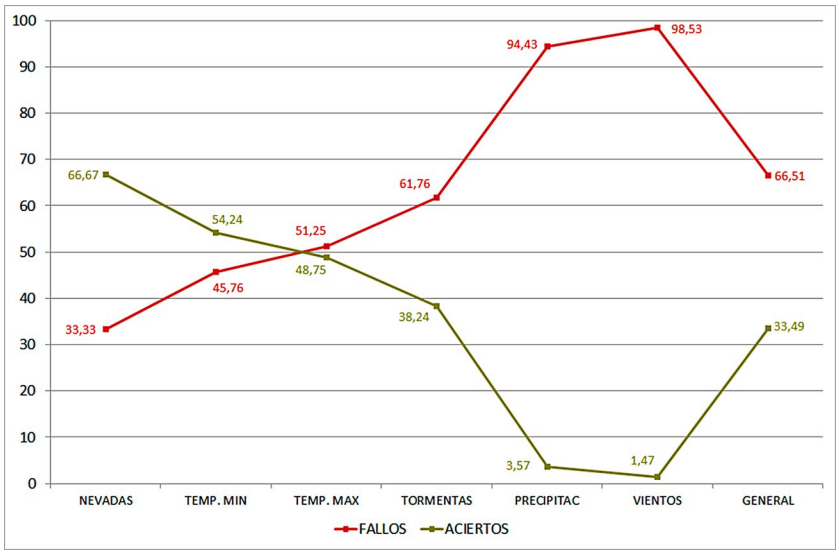
Frente a estas limitaciones, el trabajo presenta una serie de aspectos positivos entre los que merecen destacarse (i) su carácter novedoso en el contexto español, (ii) el diseño y desarrollo de una BDE que posibilita una fácil ampliación de la extensión temporal y/o espacial de futuros estudios, y (iii) la obtención de unos resultados que, a pesar de no ser concluyentes, sí permiten avanzar hipótesis valiosas sobre el funcionamiento y la eficacia de este tipo de sistemas de alerta. A este último punto de los resultados se dedican los siguientes párrafos.

Por lo que se refiere al análisis de los avisos emitidos en la provincia de Sevilla entre 2011 y 2017 cabe destacar la preponderancia de aquellos que se refieren a las altas temperaturas y a las fuertes precipitaciones, que en conjunto representan más del 80% de los avisos. De la misma forma, a nivel espacial, es la demarcación de la Campiña la que más avisos recibe, alcanzando casi la mitad de los 583 emitidos (47,17%). Otro aspecto reseñable, a pesar de la limitada extensión temporal de la serie estudiada, es el patrón cíclico que presenta el número de avisos a lo largo de los años, siendo en este caso que los años 2012 y 2016 acumulan un 42,88% de los avisos, con 141 y 109 avisos, respectivamente, frente a años como 2014 en que tan solo se emitieron 33. En este sentido, a modo de hipótesis de trabajo para estudios venideros, parece oportuno tratar de establecer ciertas tipologías de años en función del número de avisos, y explorar explicaciones de dichas tipologías que se vinculen al comportamiento real del tiempo atmosférico, o bien a otro tipo de factores económicos, sociales o políticos.

En cuanto a los resultados relativos a la comparación entre los avisos y los datos observados en las estaciones meteorológicas, los aspectos más destacables serían los siguientes (Figura 16). Desde un punto de vista general, hay que referirse a un bajo porcentaje de aciertos (33,49%), en los que los datos observados alcanzan o superan los umbrales de referencia vinculados a los avisos (situaciones tipo A de la Figura 2). Frente a éstos, lógicamente, en un 66,51% de los casos, los datos observados no alcanzan estos umbrales (situaciones tipo D de la Figura 2). Sin embargo, estas cifras encierran una importante variedad de comportamientos según el tipo de fenómenos, que incluye casos con un reparto equilibrado de aciertos y fallos, como el de las temperaturas altas y bajas, frente a otros fenómenos como tormentas, fuertes precipitaciones

y vientos intensos, para los que son predominantes los fallos. En el caso concreto de las fuertes precipitaciones, debe destacarse el excesivo número de avisos que se detecta en las zonas y en el periodo estudiado. En este sentido, también una circunstancia similar ha sido descrita en otros análisis llevados a cabo en área de Valencia, donde se propone una revisión de los umbrales (Camarasa-Belmonte y Butrón, 2015). El caso de las nevadas, no parece oportuno considerarlo por el escaso número de avisos emitidos (3).

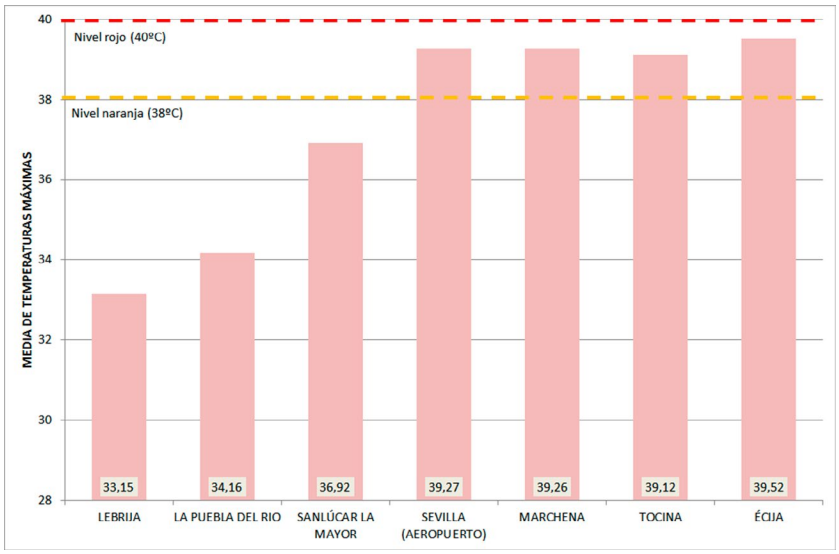
Figura 16. Porcentaje de fallos y aciertos por fenómeno



Fuente: AEMET Y RIA. Elaboración propia

En el contexto de este análisis comparativo merece la pena destacarse el caso concreto de la demarcación de la Campiña y, específicamente, de los resultados derivados de los avisos por altas temperaturas. Tal como se indicaba en el correspondiente apartado de resultados (3.2.3), el análisis pormenorizado por estaciones de este tipo de avisos dejaba traslucir una importante relación entre el nivel de acierto y la posición longitudinal de las estaciones en esta extensa demarcación; en definitiva, se trata un reflejo de un mayor carácter interior en las estaciones situadas más al este (Écija), frente a aquellas de la parte oeste que a través de las amplias extensiones marismeñas reciben influencia atlántica.

Figura 17. Media de las temperaturas máximas los días de avisos entre los años 2011 y 2017 por estaciones de la campiña ordenadas por distancia al mar



Fuente: AEMET Y RIA. Elaboración propia

En la Figura 17 se muestra otra evidencia de este tipo de comportamiento dispar al representarse las medias de las temperaturas máximas para los diferentes días de aviso en esta demarcación; en ella puede apreciarse como las estaciones situadas en la zona Oeste, en el Bajo Guadalquivir (Lebrija y La Puebla del Rio) y, en menor medida, en el Aljarafe (Sanlúcar la Mayor), presentan valores alejados del umbral de referencia, mientras que las estaciones situadas hacia el Este, a partir de Sevilla, superan claramente dicho umbral. Si este mismo análisis se detalla considerando las diferencias entre los valores observados y los umbrales de referencia, se constata este comportamiento dispar. Así, el valor promedio de estas diferencias para toda la demarcación, 3,55º, encierra un importante contraste entre unas y otras estaciones; tomadas de forma separada, esta diferencia promedio se eleva hasta los 3,94º, para el caso de las estaciones de Lebrija, La Puebla del Rio y Sanlúcar la Mayor, mientras que para el resto de estaciones sevillanas este valor se queda en 1,47º.

Sobre estas bases, y tan solo como hipótesis de trabajo para estudios de mayor profundidad a desarrollar en un futuro próximo, se plantea una nueva zonificación de la provincia de Sevilla en lo referido a la emisión de avisos (Figura 18), consistente en una división de la amplia demarcación de la Campiña en dos zonas. De esta forma, la zona denominada Campiña seguiría integrando a la mayoría de municipios pertenecientes a la campiña sevillana y a los que se sitúan en la Vega del Guadalquivir, mientras que la nueva zona incluiría a los municipios del entorno de las marismas del Guadalquivir así como gran parte de la comarca occidental del Aljarafe. Las principales características diferenciadores de esta nueva zona se refiere a su escasa altitud media y al hecho de encontrase estrechamente vinculada a los extensos espacios de marisma que caracterizan esta zona de la provincia de Sevilla, cuya influencia atlántica se hace más notoria que de otros sectores de la misma. No obstante, como queda dicho, esta propuesta estaría sujeta a una más profunda comprobación de este comportamiento particular que se apunta en este estudio y, en todo caso, seguiría presentando las limitaciones que se derivan de uno de los criterios básicos que maneja la demarcación de AEMET en el que las zonas se componen de términos municipales completos.

Figura 18. Propuesta de 4 zonas de avisos para la provincia de Sevilla

Fuente: IECA. Elaboración propia

De la misma forma, como otro de los objetivos centrales para próximos trabajos, debe atenderse a la evaluación de los fallos por omisión de avisos (situaciones tipo C de la Figura 2), para la que deberá considerarse la totalidad de los valores observados en las estaciones meteorológicas disponibles, de forma que se detecten aquellos casos en que se han alcanzado o superado los umbrales de referencia sin que se hayan emitido los avisos correspondientes.

5. Conclusiones

A pesar de su carácter preliminar, así como de las reconocidas limitaciones del trabajo, creemos que representa cierta novedad en el análisis de los avisos meteorológicos en el contexto de la geografía española, y que abre una prometedora línea de trabajo para desarrollar en el futuro próximo. La disponibilidad de los dos tipos de datos necesarios para llevar a cabo este tipo de estudio y la integración y tratamiento de los mismos a través de bases de datos espaciales, resultan cuestiones básicas para garantizar el éxito de esos trabajos. De manera provisional, a partir de los resultados que se obtienen en este trabajo concreto, puede concluirse que existen importantes indicios de discrepancia entre los avisos meteorológicos emitidos y los datos reales observados, siendo estas discrepancias detectables tanto en lo referente a las magnitudes pronosticadas y observadas, como en lo que se refiere a la falta de homogeneidad de las zonas de aviso establecidas.

Referencias

Agencia Estatal de Meteorología. (2018). Plan Nacional de Predicción y Vigilancia de Fenómenos Meteorológicos Adversos (METEOALERTA V.7) Ministerio para la Transformación Ecológica. Gobierno de España.

Ayala-Carcedo, F. J. y Olcina, J. (2002). *Riesgos Naturales*. Barcelona: Ariel Ciencia.

Barriendos, M. (2002). Los riesgos climáticos a través de la historia: avances en el estudio de episodios atmosféricos extraordinarios. En F.J. Ayala-Carcedo y J. Olcina (coords.), *Riesgos Naturales* (pp. 549-560). Barcelona: Ariel Ciencia.

Barriendos, M. (2005). Variabilidad climática y riesgos climáticos en perspectiva histórica. El caso de Catalunya en los siglos XVIII-XIX. *Revista de Historia Moderna, 23*, 11-34. http://dx.doi.org/10.14198/RHM2005.23.01

Camarasa-Belmonte, A. M. y Butrón, D. (2016). Umbrales de lluvia, daños y niveles de alerta en la Comunidad Valenciana. En J. Olcina Cantos, A.M. Rico Amorós, E. Moltó Mantero, (eds.), *Clima, sociedad, riesgos y ordenación del territorio* (pp. 485-494). Alicante: Instituto Interuniversitario de Geografía. https://doi.org/10.14198/XCongresoAECAlicante2016-45

Carmona, R., Díaz, J., León, I., Luna, Y., Mirón, I.J.,Ortiz, C. y Linares, C. (2016). Temperaturas umbrales de disparo de la mortalidad atribuible al frío en España en el periodo 2000-2009. Comparación con la mortalidad atribuible al calor. Recuperado de http://gesdoc.isciii.es/gesdoccontroller?action=download&id=10/03/2016-db8fa07be3

Centro de Investigaciones Sociológicas (CIS) (2011). Percepción de la Meteorología. Estudio Nº 2.886. Recuperado de http://www.cis.es/cis/export/sites/default/-Archivos/Marginales/2880_2899/2886/Es2886.pdf

Emergencias 112 de Andalucía (2018). Consejería de Justicia e Interior. Junta de Andalucía. Recuperado de http://www.juntadeandalucia.es/justiciaeinterior/areas/emergencias/112-GREA-PC.html

Instituto Nacional de Estadísticas (INE) (2018). Ministerio de Economía, Industria y Competitividad. Gobierno de España. Recuperado de http://www.ine.es/welcome.shtml

Juliá, M. S. (2017). Respuesta del Gobierno Nº 6840. Congreso de los Diputados. Madrid.

Junta de Andalucía (2018). Plan Andaluz para la prevención de los efectos de las temperaturas excesivas sobre la salud 2018. Recuperado de https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/plan_andaluz_temperat_excesivas_2018.pdf

LeClerk, J. y Joslyn, S. (2015). The Cry Wolf Effect and Weather-Related Decision Making. *Risk analysis, 35*(3), 385-395. https://doi.org/10.1111/risa.12336

Mayer, P. y Marzol, M.V. (2014). Análisis de las temperaturas extremas y su relación con los avisos de alertas meteorológicas. En S. Fernández-Montes y F.S. Rodrigo (eds), *Cambio climático y cambio global* (pp. 391-400). Recuperado de http://hdl.handle.net/20.500.11765/8197

Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad (2017). Plan Nacional de actuaciones preventivas de los efectos del exceso de temperaturas sobre la Salud 2017. Recuperado de https://www.mscbs.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/planAltasTemp/2017/docs/balanceplan2016.pdf

Olcina, J. (2012). Alertas meteorológicas. En F.J. Ayala-Carcedo y J. Olcina (coords.), *Riesgos Naturales* (pp. 1325-1358). Barcelona: Ariel Ciencia.

Olmeda, M. D. (2018). *Plan Nacional de Predicción y Vigilancia de Fenómenos Meteorológicos Adversos. METEOALERTA*. Recuperado de http://www.aemet.es/documentos/es/eltiempo/prediccion/avisos/plan_meteoalerta/plan_meteoalerta.pdf

Organización Meteorológica Mundial (OMM) (2000). *Guía de prácticas de servicios meteorológicos para el público. Capítulo X: Verificación, evaluación y mejora del servicio.* Recuperado de https://www.wmo.int/pages/prog/amp/pwsp/documents/834_es.pdf

Pita, M.F. (2007). Horizontes y Retos de la Ciencia Climática. En J.M. Cuadrat y J. Martín (coords), *La Climatología Española: Pasado, Presente y Futuro* (pp. 561-569). Zaragoza: Universidad de Zaragoza, Prensas Universitarias de Zaragoza.

Pita, M. F. y Olcina, J. (2000). Presentación. Riesgos Naturales, disciplina geográfica de futuro. *Boletín de la A.G.E., 30*, 3-6. Recuperado de https://www.age-geografia.es/ojs/index.php/bage/article/view/384/0

Quansah, J. E., Engel, B. y Ronchon, G. L. (2010). Early Warning Systems: A Review. *Journal of Terrestrial Observation*, 2, 23-44. Recuperado de https://docs.lib.purdue.edu/jto/vol2/iss2/art5

Red de Información Ambiental de Andalucía (REDIAM) (2018). Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, Junta de Andalucía. Recuperado de http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/rediam

Red de Información Agroclimática (RIA) (2018). Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Recuperado de http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/estacionesAgroclimaticas/estaciones.jsp

Rogers, D. y Tsirkunov, V. (2010). Costs and benefits of early warning systems. Recuperado de https://www.preventionweb.net/english/hyogo/gar/2011/en/bgdocs/Rogers_&_Tsirkunov_2011.pdf

Sättele, M., Bründl, M. y Straub, D. (2016). Quantifying the effectiveness of early warning systems for natural hazards. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, *16*(1), 149-166. https://doi.org/10.5194/nhess-16-149-2016

Sistema de Información Multiterritorial de Andalucía (SIMA) (2018). Instituto de Estadística y Cartografía, Junta de Andalucía. Recuperado de http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia./sima/index2.htm