

UNIVERSIDAD DE
MURCIA



Facultad de Biología

Licenciatura en CCAA

Proyecto fin de carrera

Cabañuelas: ¿hay capacidad predictiva?

José Javier Fernández Ros

Febrero de 2010



Dirigido por:

Juan Pedro Montávez Gómez

Juan José Gómez Navarro

Agrdecimientos

Quiero dar las gracias a aquellas personas que me han apoyado en la elaboración de este trabajo fin de carrera y que sin ellas no hubiera sido posible su ejecución. Agradecerle a mi tutor en el proyecto Juan Pedro Montáñez Gómez, por el apoyo prestado en la realización del proyecto. Igualmente quiero dar las gracias Juan José Gómez Navarro por prestarse a ayudar en el presente proyecto. Mención especial merecen los cabañuelistas Eusebio Navarro, natural de Mazarrón y mi padre por prestar sus datos y transmitirnos sus conocimientos referentes a cabañuelas. También agradecer a la Universidad de Murcia la utilización de las instalaciones para la realización del trabajo. Queremos dar las gracias a la Agencia Estatal de Meteorología por la cesión de datos meteorológicos utilizados.

Para terminar quiero agradecer a toda mi familia y amigos por su apoyo incondicional en la elaboración del presente trabajo.

Índice general

1. Introducción	1
1.1. Motivación	1
1.2. Métodos empírico.	2
1.2.1. Historia de la meteorología.	2
1.2.2. Tipología de predictores.	7
1.2.3. Calendarios	10
1.2.4. Métodos de predicción meteorológica a largo plazo.	11
1.3. Objetivos y estructura	15
2. Datos y Metodología	17
2.1. Datos	17
2.1.1. Cabañuelas	17
2.1.2. Datos meteorológicos	18
2.1.3. Situación geográfica y climatología de la zona de estudio	18
2.2. Metodología	21
2.2.1. Tratamiento de los datos empíricos.	21
2.2.2. Homogenización de datos empíricos.	26
2.2.3. Tratamiento de los datos meteorológicos	29
2.2.4. Método multi-categoría.	32
2.2.5. Simulación Monte Carlo	35
3. Resultados	37
3.1. Análisis de datos meteorológicos	37
3.1.1. Precipitación media	37
3.1.2. Media número de días precipitación	37
3.1.3. Percentiles	40
3.2. Comparación entre cabañuelista	40
3.3. Análisis de las predicciones.	45
3.3.1. Análisis de predicciones para la precipitación	45
3.3.2. Análisis de predicciones. Número de días con precipitación	47
3.4. Simulación Monte Carlo	58
4. Conclusiones y comentarios	63

A. Anexos

67

Capítulo 1

Introducción

La predicción de los procesos meteorológicos ha llamado siempre la atención del ser humano, unas veces para poder beneficiarse de ellos (viento, lluvia, sol), otras para poder evitar determinadas catástrofes (hambrunas, riadas, heladas, etc.). Desde muy antiguo se ha venido haciendo una observación del tiempo atmosférico, ya fuera por un mero hecho científico o fuera por conocer el propio medio donde se desarrollaban las actividades agrícolas, ganaderas, etc.

La predicción empírica de la atmósfera o meteorognomía [1], es una de las herramientas que se han desarrollado, sobre todo en el saber popular, para intentar hacer estas predicciones.

Esta inquietud del ser humano, ha dado lugar a la elaboración de una serie de métodos, basados en la observación de los cambios atmosféricos, astronómicos o de la biosfera para poder hacer las predicciones. Este tipo de métodos pertenecen al saber popular y como casi siempre ocurre en estos casos, se han ido transmitiendo a lo largo de la historia de forma oral. En los tiempos que vivimos donde la independencia que tiene el ser humano del medio agrícola, natural, etc. es mayor que nunca y el avance que ha sufrido el campo de la meteorología, las ha relegado al estatus de pseudo ciencia. Algunas de estas técnicas han perdurado hasta nuestros días e incluso encontramos personas que las siguen realizando como es el caso de las cabañuelas.

1.1. Motivación

Hoy día contamos con diferentes ramas de la ciencia que nos dan una idea de los procesos atmosféricos, así como las causas de que se dan estos. También contamos con herramientas que nos pueden dar predicciones con un nivel de confianza elevado para periodos de hasta una semana.

Pero para el largo plazo no contamos con ninguna herramienta que sea capaz de darnos una predicción del estado atmosférico con un nivel de acierto elevado. Para esto se ha utilizado desde la antigüedad algunos métodos

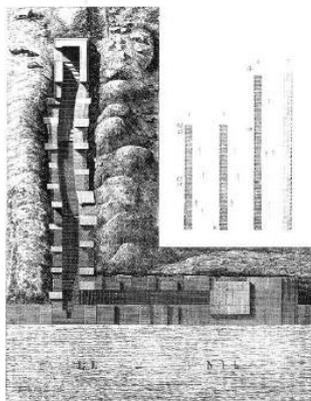


Figura 1.1: Nilómetro. Fuente: www.uned.es

de predicción. Las cabañuelas es uno de ellos y dicen que si son capaces de hacer predicciones a largo plazo las personas que las realizan. Es por esto que nos planteamos comprobar en que grado las cabañuelas poseen capacidad predictiva. Esta sería la idea principal que ha despertado el interés por el estudio de este tipo de técnicas. También es interesante el mero hecho de intentar equiparar variables cualitativas con cuantitativas. La motivación de explicar como se hace este tipo de predicciones también es un punto que queremos desarrollar en el presente trabajo.

1.2. Métodos empírico.

1.2.1. Historia de la meteorología.

Meteorología antigua

Las antiguas civilizaciones, conocían los cambios cíclicos que la Tierra experimentaba. Para conocerlos se servían de la regularidad de los ciclos celestes, que serían la base para la elaboración de calendarios. Otras técnicas correlacionaban los fenómenos atmosféricos, comportamiento de animales, movimiento de diferentes astros, con los fenómenos meteorológicos que se daban en el futuro.

Un ejemplo lo tenemos en el Antiguo Egipto, cuando se empezó a relacionar los movimientos astrales con los fenómenos meteorológicos. Ello dió lugar a la elaboración de calendarios para adaptar los trabajos agrícolas a las distintas épocas del año. Otro fenómeno que observaron era la crecida anual del Nilo y la aparición de una estrella llamada Sirio o la Canícula. Esta aparece en verano y se relaciona con las crecidas del Nilo. El fenómeno que se da en esta época coincide con la crecida del Nilo que la vemos en verano [3]. Estas crecidas eran cíclicas, es decir sucedían en las mismas fechas dando lugar a la creación del Nilómetro Figura 1.1.

Este instrumento servía para ver la altura de la crecida del Nilo. Lo in-

interesante era que lo utilizaban también para generar predicciones del tiempo atmosférico. Los monjes de la época descubrieron un ciclo regular de 14 años[6], del que se hace referencias en la cultura popular y en diferentes historias como “*Los siete años de vacas flacas y siete años de vacas gordas*”

En Mesopotamia también había una división estacional basada en los cambios de los ciclos celestes y meteorológicos. En Babilonia se realizaban los diarios astronómicos. Son tablillas de arcilla, donde se apuntaban lo que ocurría en la atmósfera. Eran los astrólogos caldeos¹ los que realizaban las predicciones a partir de estas observaciones. Los chinos también crearon sus propios métodos, basados en la observación de las estrellas. Realizaron calendarios que dividían el año en diferentes festividades según las estaciones, cuyo fin principal era que la gente conociera en que estación de año se encontraba y para poder realizar las labores agrícolas oportunas.

Ya en las antiguas civilizaciones, como la griega, la meteorología consistía en una gran dosis de mitología, supersticiones y el conocimiento que se tenía gracias a las observaciones hechas por el hombre. Fue Aristóteles (384 a. C.- 322 a. C.), el creador de 3 obras *Acerca del cielo*, *De la generación y la corrupción*, y *meteorológica* en las que se estudia la meteorología, astronomía y cosmología. Fue uno de los primeros en hacer una división entre la ciencia y la divinidad en sus libros. Los astrónomos griegos recogieron y sistematizaron el conocimiento empírico de la época, llegando a publicar unas tablillas a modo de noticiero del tiempo que iba hacer.

Los romanos también mostraron gran interés por entender los procesos atmosféricos. Así está plasmado en *Historia naturalis de Plinio* escrito por Plinio el Viejo (23-79), donde se hace una recopilación de gran cantidad de escritos relacionados con esta temática. “*El Tetrabiblos*” de Claudio Tolomeo (100-170) podemos encontrar una descripción de una serie de signos para la interpretación del tiempo atmosférico y que sería usado en la edad media con este propósito.

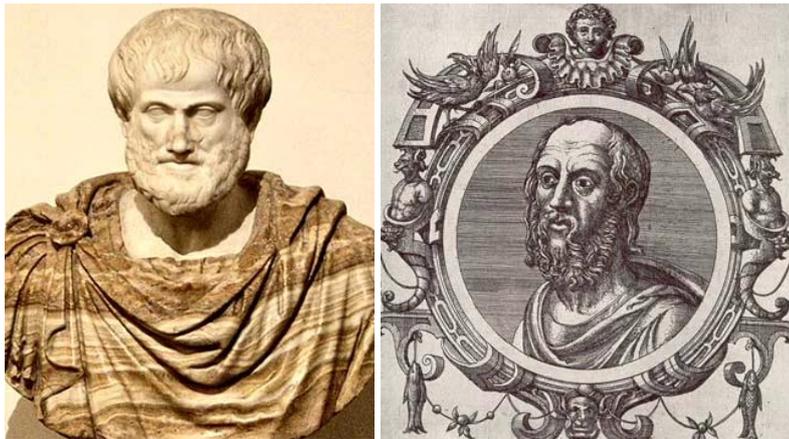


Figura 1.2: Aristoteles (izquierda) y Plinio (derecha). Fuente: blogs.ua.es; www.mirmiberica.org

¹sacerdotes de la antigua babilonia

Con la caída del Imperio Romano y durante 4 siglos, este desarrollo sufrió un parón en Europa para evolucionar en manos de los musulmanes. Estos agruparon el conocimiento griego, persa, romano e indio. Reintrodujeron la idea de, los cuerpos celestes pueden influir o están relacionados con los fenómenos atmosféricos y pueden predecirse a partir de ellos [6].

En la Edad Media, el conocimiento que se tenía sobre meteorología y otras muchas materias era acaparado por la iglesia cristiana. Pero esto no impidió que la astrometeorología sufriera un crecimiento y se extendiera, ya que su medio de difusión era oral. Esta pseudociencia, tomaba gran parte de las teorías aristotélicas por lo que fue fácil incorporarlas al pensamiento cristiano. Puede ser una de las causas por las que gozara cierto prestigio en la época. No obstante no todos compartían la idea de predecir el tiempo a partir de indicios u observación de cuerpos celestes, fenómenos meteorológicos, etc. Destacamos que durante este periodo se va a producir una tendencia en cuanto a anotar las observaciones meteorológicas, cuando se está haciendo las observaciones astrológicas reduciéndose estas últimas para favorecer las primeras. Podemos verlo como un acercamiento a una meteorología moderna.

El surgimiento de la meteorología como ciencia.

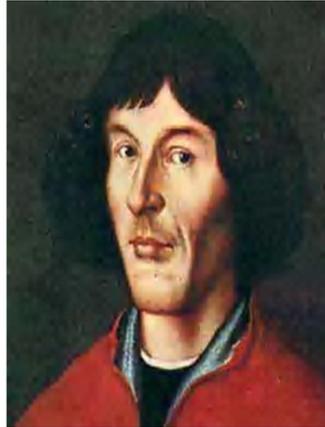
En los siglos XVI y XVII fue cuando empieza la meteorología moderna o científica tal y como la conocemos. En esta época se fueron abandonando las teorías de Aristóteles y surgiendo nuevas teorías. Varios científicos Figura 1.3, como Leonardo da Vinci, (1452-1519) que fue el precursor de esta corriente científica, en la que se empezaban a hacer estudios utilizando el método científico. Nicolás Copérnico (1473-1543) con la teoría heliocéntrica, Johannes Kepler (1571-1630) que continuaría con el desarrollo de la teoría heliocéntrica, Sir Isaac Newton (1643-1727) que desarrollo las leyes de Newton, descubrió la gravedad, etc. A partir de estos científicos, las teorías acerca de la dinámica atmosférica sufrirían una revolución sin precedentes. También se empezaron a hacer estudios de una manera sistemática de los procesos atmosféricos. En toda esta revolución cultural y científica encontramos a Kepler uno de los últimos que continuo con la astrometeorología, pero de una forma diferente a sus antecesores, haciendo un estudio teórico y práctico de este tema. Podemos considerar las cabañuelas como una rama de la astrometeorología.

Pero estas nuevas teorías, chocaban radicalmente con creencias religiosas de la época, produciéndose la ruptura entre las creencias de la edad media aristotélicas-cristianas y las nuevas corrientes que se iniciaron con esta revolución científica. A causa de esto la astrometeorología sufriría un parón y sería relegada al estatus de pseudo ciencia.

Poco después de esta revolución encontramos otro periodo donde, la invención de artilugios e instrumentos con los que podíamos medir parámetros atmosféricos iba a suponer otro avance en el desarrollo de la meteorología. La posibilidad de medir la presión atmosférica, con el barómetro, inventado por Torricelli E. (1608-1647) es un claro ejemplo. La temperatura,



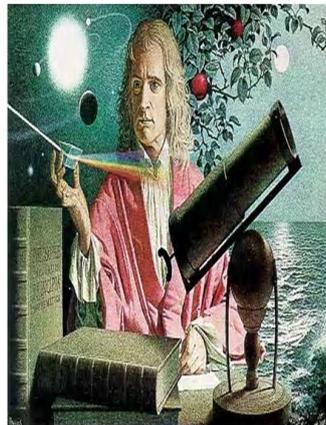
Leonardo da Vinci.



Nicolás Copérnico.



Johannes Kepler.



Sir Isaac Newton.

Figura 1.3: L. da Vinci, N. Coperníco, J. Kepler, I. Newton. Fuente: www.biografiasyvidas.com

con el termómetro, es otro ejemplo o el telescopio nos dan la posibilidad de explicar cosas, que hasta entonces era incomprendidas. Estos fueron inventados por Galileo Galilei (1564 - 1642). Antes se recurría a los mitos y religión para intentar explicarlos. Esta nueva comprensión de los planetas y astros llevaría consigo grandes polémica en la sociedad del momento sufriendo un parón importante por lo no aceptación y la persecución de aquellos que las estudiaban.

En los siglos venideros todos estos avances, hicieron agrandar el interés por el conocimiento de los procesos atmosférico y el desarrollo de nuevas teorías ligadas a los nuevos descubrimientos, siendo estos más cuantiosos que nunca. Una teoría de la época, que está muy relacionada con la predicción meteorológica es la observación de la presión atmosférica para prever una tormenta, ya que se observo un descenso en la presión atmosférica en las horas anteriores a ésta.

Otros avances muy importantes fueron, el descubrimiento del movimiento independiente de las masas de aire, la creación de mapas donde quedarán reflejados esos movimientos, y el desarrollo de la teoría de circulación general introducida por George Hadley (1685-1768).

El avance que estaba sufriendo el campo de la meteorología empezaba a ser importante. Uno de las ideas que se empezó a dislumbrar en las nuevas teorías era el ver a la atmósfera como un todo y no como parcelas independientes. De aquí surgió la idea de crear una red de estaciones meteorológicas para la medición de diferentes parámetros. No se consolidaría hasta el desarrollo de las telecomunicaciones. La meteorología náutica también ha sido una fuente de información y desarrollo de técnicas de estudio, teorías muy importante, y utilizada desde muy antiguo. En un medio donde se dependía tanto de las condiciones climáticas, hizo al hombre desarrollar diferentes artimañas para poder hacer aproximaciones de los fenómenos que se podían dar. Todos estos avances, teorías y demás estudios llevaron a la meteorología al estatus de ciencia, relegando la astrometeorología y demás prácticas antiguas a un segundo plano en la esfera científica y relegándolas a pseudociencia.

En el Siglo XIX y XX se empezó a ver la importancia de la recopilación de mediciones del estado meteorológico y aparecieron estaciones meteorológicas repartidas por diferentes partes del globo. Cuando se invento el telégrafo por Morse S. (1791-1872) en 1832 esta ciencia sufrió una verdadera revolución. Ahora era posible tener datos de cualquier parte del mundo en un periodo de tiempo relativamente corto, comparados con no muchos años atrás. A principios del Siglo XX sería el periodo donde se mejorarían las técnicas de transmisión de datos, medición en altura y en superficie, creación de mapas representando presión, temperatura, viento. Ya las predicciones que se generan a partir de todos los datos que se monitorizan empiezan a tener una duración de más de dos días e incluso llegan hasta una semana con un nivel de confianza elevado. Todo este desarrollo de la meteorología va ligado al avance de las técnicas computacionales, telecomunicaciones, conocimiento de la atmósfera. Hay que mencionar que todavía queda un largo camino hasta la comprensión total de los procesos que se dan en la

atmósfera y su interacción con con la geosfera, biosfera, etc.

1.2.2. Tipología de predictores.

Podemos hacer una división entre los diferentes tipos o maneras de predecir el tiempo atmosférico no obstante debemos de tener en cuenta que en muchos casos, se utilizan simultáneamente para poder elaborar las predicciones.

La tipología o distinción que nosotros ofrecemos depende en que estén basados.

1. Animales: en este tipo de métodos lo que vamos a intentar es relacionar el comportamiento o estado de los animales y a partir de este elaboramos un pronóstico para el estado atmosférico.
2. Astros: en esta caso no solo nos observamos como percibimos el astro en cuestión si no que también se hará un seguimiento del mismo para poder hacer divisiones temporales a lo largo de semanas, meses e incluso años.
3. Fenómenos meteorológicos propiamente dichos: en este caso se van a basar en el estado atmosférico para hacer una predicción que puede ser a corto plazo, medio plazo o largo plazo. Todo dependiendo del método utilizado.

Animales.

Vamos a pasar a citar algunos ejemplos de animales utilizados como predictores del tiempo. El hombre siempre ha creído, que los animales estaban dotados de unos sentidos más desarrollados, que este, para sentir los cambios que sufre la atmósfera y actuar en consonancia con estos. De esta creencia se han elaborado cientos de dichos populares, los cuales están relacionados con la meteorología. Aquí vamos hacer una breve descripción de algunos métodos, cuanto menos pintorescos, que han sido utilizados a lo largo de la historia. Dentro de esto podemos hacer otra división donde encontramos, los animales que nos indican el tiempo que va hacer en un futuro más o menos inmediato y otro grupo con los animales que van a servir para hacer predicciones a medio y largo plazo.

■ Predicción a corto plazo

1. Sanguijuela.

Se creó que es un barómetro vivo, el cual sabiendo interpretarlo, podía llegar a darnos la información sobre qué tiempo íbamos a tener en una predicción a corto plazo, 2-3 días. El artilugio consistía en una sanguijuela encerrada en un tarro de cristal, tapado arriba por una tela para permitir la renovación de aire [12].

2. Ranas.

Al igual que las sanguijuelas, estas ranas eran tratadas como barómetros vivientes. Respondía a un patrón parecido al de la sanguijuela. Se tenía muy en cuenta en la vida cotidiana [12].

3. Misurgio.

Se trata de un pez que lo encontramos en terrenos pantanosos, arroyos, estanques, etc. Su utilización estuvo más extendida en países de centro Europa siendo los otros dos tipos más extendido en dominio Español [12].

4. Arañas.

La predicción meteorológica a partir de la observación de las telas de las arañas se denomina aracnología. Fue descubierta a partir de la observación de las telas de arañas por un científico Francés llamado Quatremre Disjonval.

Empezó a observar el comportamiento de las arañas y cómo eran sus telarañas, correlacionado estas con los estados atmosféricos. Él decía que era capaz de elaborar un pronóstico a 9-14 días para la Hª y la Tª. Tuvo una repercusión importante, el empleo de esta técnica, en la guerra que se estaba dando entre la Francia republicana y la Europa monárquica, donde este científico pronosticó el tiempo con gran acierto para los franceses lo que les supuso una victoria importante en Holanda.[12]

Casi siempre en la elaboración de predicciones con animales se puede ver que en caso de que el animal este activo se interpreta como buen tiempo y en caso de inactividad se interpreta como mal tiempo, lluvias, heladas, etc.

5. Grillo[10]

El grillo servía para conocer que temperatura hace, ya que su metabolismo esta en relación directa a la temperatura y viendo el numero de chirridos que da este por minuto y haciendo un cálculo muy sencillo podemos averiguar la temperatura que hay.

$$T = \frac{M}{5} - 9 \quad (1.1)$$

Donde M es el numero de chirridos por minuto.

■ Predicción a largo plazo.

1. Día de la Marmota.

Esta práctica se desarrolla en Estados Unidos aunque no es el único lugar del mundo. El lugar más famoso donde se realiza es una localidad llamada Punxsutawney en el estado de Pensilvania. Es también muy famoso por la aparición de este festejo en la película Atrapado en el tiempo. El método consiste en ver el comportamiento de una marmota llamada Phill cada 2 de febrero.

Dice la tradición que si la marmota ve su sombra el invierno le queda 6 semanas en cambio si no la ve el invierno ha acabado.

Un estudio canadiense de 13 ciudades en los pasados 30 a 40 años establece el índice aciertos a un nivel del 37%. Además, informes de la National Climatic Data Center han establecido que la precisión global de la predicción está alrededor de un 39% [11].

Astros.

Los astros en las antiguas civilizaciones tenían un gran peso en la predicción del tiempo. Eran observados a la hora de hacer calendarios y dividir el año en diferentes estaciones. Para ello se fijaban en el movimiento de estos y cuando aparecían o desaparecían. Así se empezaron a crear relaciones entre estos ciclos repetitivos y lo que ocurriera en la tierra, desde la floración de alguna especie vegetal con importancia, hasta conocer la época de lluvias o sequía.

Los griegos se fijaban en los ciclos celestes de determinadas estrellas para hacer calendarios. Fue en el oriente medio donde los astros tomaron el rol de dioses o divinidades. Estrellas, planetas, el Sol, la Luna, de estos proviene el nombre de muchas constelaciones [8]. Estos nombres no son debidos a que se observe la figura de algunos de estos nombres sino más bien a que tomaban el nombre de los acontecimientos que se hacían en esa época del año.

Ya con la expansión de cristianismo estas constelaciones o fechas del calendario pasaron a tradición cristiana pero tomando nombres de Santos de la propia religión.

1. Luna

La Luna es sin duda uno de los astros que siempre ha llamado la atención por los misterios que siempre ha guardado para el hombre, hasta no hace mucho tiempo. Sobre este astro, todas las civilizaciones han mostrado algún interés. Nosotros nos a ella como indicador o predictor del tiempo meteorológico. También ha estado muy relacionado con la agricultura, tomándola como calendario o incluso como excusa para poder llevar a cabo algunas labores como la siembra. Esto iba a depender en qué posición se encontrara la luna, según [2] *"Para la siembra de cereales y cualquier planta que crezca por encima del suelo es mejor hacerlo en Luna creciente"*. Esta creencia radica en que la luna ejerce una fuerza gravitacional sobre los seres vivos de la tierra. Sobre este astro existe un método de predicción basado en el calendario lunar, es decir, toma como tiempo para las observaciones los ciclos lunares, e interpreta la atmósfera que encontramos durante estos periodos.

2. Estrella de Sirio o La Canícula.

Existe, sobre todo en la España castellana y andaluza, un dicho popular que dice "como aprieta la canícula". Este dicho hace alusión al verano meses con unas temperaturas altas.

Esta estrella es de las más brillantes que podemos observar en fechas estivales después de otros astros como el sol, la luna y algunos planetas. Ya había sido observada por antiguas civilizaciones. Se tenía en cuenta a la hora de dividir el año en diferentes periodos. Según fueran estos, se hacían predicciones del estado atmosférico.

Ya en Mesopotamia se identificó esta estrella y posteriormente en el Antiguo Egipto donde se relacionó con las crecidas del Nilo. Otro refrán que tiene ver con esta estrella es "hace un frío de perros" según [7] tiene que ver que 6 meses después del periodo de más calor pasa de ser la estrella que se ve en el orto por el este a ser esta la que se ve en el ocaso en los meses de más frío.

Fenómenos meteorológicos.

En este apartado nos referimos a la interpretación que se hace del estado atmosférico para predecir el tiempo. En su forma más sencilla y simple lo que se hace es observar que tiempo hace y en base a esto decir que el día de mañana el tiempo va a estar de determinada manera.

En otras formas ya más elaboradas, se fija en el viento que hace, la dirección de las nubes y en algún indicador que nos de la presión atmosférica para poder predecir qué tiempo va hacer a corto plazo.

Si nos referimos a predicciones a largo plazo la tipología de fenómenos atmosféricos en los que nos basamos es más variada y muchas veces no hay una relación directa entre lo que dice la predicción y lo que estamos observando. En este caso podemos fijarnos en las nubes, humedad, temperatura, dirección del viento, fenómenos meteorológicos extraordinarios como tormentas, granizo, nevadas o efectos ópticos provocados a por el paso de la luz solar a través de la atmósfera como es el enrojecimiento del cielo.

1.2.3. Calendarios

Los calendarios[5] han sido elaborados por diferentes civilizaciones, en diferentes soportes, desde la antigüedad. Siempre han tenido gran importancia en la vida diaria de las personas. Estos calendarios servían para dividir el año en diferentes estaciones. Daban a conocer a los campesinos cuando podían hacer diferentes actividades, e incluso servían para hacer pronósticos del tiempo venidero.

Ya los egipcios elaboraban sus almanaques en piedra. Los griegos también los hacían y los colocaban en el centro del pueblo para que la gente los viera. En la Edad Media y después de la invención de la imprenta en toda Europa gozaban de una gran popularidad e sufrieron un gran desarrollo y crecimiento en cuanto al número de clases que existían.

Algunos, aún hoy día, siguen teniendo una gran aceptación en el medio agrícola y en las personas más mayores que se han crecido con estos. En cambio la ciencia crítica las predicciones meteorológicas que se encuentran

en estos. En estos calendarios lo que reflejan habitualmente es la predicción meteorológica, pero también las fiestas, periodo de siembra y cosecha.

En casi todos encontramos alusiones al tiempo que va hacer, así como el refranero popular para predecir el tiempo.

Almanaques o calendarios de nuestros días.

- **Almanaque Zaragozano.**

Quizá, el más popular de todos estos almanaques a nivel nacional. Este almanaque se publica para toda España. En el podemos encontrar previsiones del tiempo semanales, así como las fases lunares, etc En las previsiones hay que advertir que son de una gran imprecisión y ambigüedad pero incluso ahora algunos agricultores los utilizan para sincronizar sus tareas.

- **Calendari dels pagesos.**

Este calendario se elabora en Cataluña y en el podemos encontrar toda una serie de predicciones semanales, acompañadas de la fase lunar. También se trata de predicciones imprecisas y cortas.

- **Calendario para las islas baleares.**

En este no se encuentran predicciones para el tiempo en si pero si que hace alusiones a estas al hablar del tipo de clima que encontramos en las diferentes épocas del año en las islas.

- **O Gaitero de Lugo.**

Se publica en Galicia y en lengua gallega. Contiene una tabla con las mareas de Galicia y es utilizado por personas que viven del mar. En cuanto a las predicciones son refranes que van acorde con el mes en el que se está.

- **Calendario del Ermitaño de Pirineos.**

Encontramos los pronósticos para los meses del año venidero de una manera imprecisa como suele ser habitual en estos almanaques.

- **O Mintitiero verdadeiro.**

Almanaque que une las predicciones y la publicación de fechas con alguna importancia con la comedia, refranes y dichos. Podemos encontrar alusiones al tiempo venidero basado en refranes y redactados de una manera chistosa casi fantástica a la vez que imprecisos.

1.2.4. Métodos de predicción meteorológica a largo plazo.

1. Témporas.

Este método no es objeto de estudio, en el presente proyecto pero se hace mención a él ya que su práctica también está bastante extendida, sobre todo por el norte de la península y tiene mucho que ver con los métodos de predicción atmosférica basados en la observación de algunos parámetros meteorológicos en unos días concretos, al igual que las cabañuelas.

La palabra "Témpora" Proviene del latín y es el plural de la palabra *tempus*, que quiere decir "tiempo" o "estación"[4] y que, el castellano la incorporado como *témporas*. Esta denominación la tienen unas fechas muy concretas en el calendario anual y fueran asignadas por la religión cristiana. Corresponde a tres días de ayuno que son el miércoles, viernes y sábado y que son anteriores al comienzo de la primavera, verano, otoño e invierno. Este método tiene un carácter básicamente religioso no por el mismo, ya que se practicaba anteriormente al cristianismo, si no porque fue incorporada a la doctrina cristiana. Las fechas que antes tenían que ver con la aparición de determinados astros, fenómenos, fiestas paganas, pasaron al cristianismo pero ahora se le asignan nombres de santos. Como en todos estos métodos de carácter popular hay una gran variedad en cuanto a fechas de realización de las observaciones y puede variar de una región a otra. Una de las particularidades que tienen estas fechas es que se basan en observar el estado atmosférico durante estos días para hacer predicciones de cómo iba a ser la estación venidera. Estas observaciones están fundamentadas en la idea de que el viento observado estos días corresponde con el estado atmosférico que habrá. Tenemos algunos dichos que hacen mención a esto como:

«El viento según de donde venga va a traer lluvia, sequía,
más viento»

Gozalo de Andrés

Estas relaciones están basadas en el saber popular y en la repetición que se ha dado a lo largo de los tiempos, al observar como después de venir el viento de una determinada dirección ha tenido una determinada consecuencia como la lluvia.

Como todas estas prácticas o costumbres tienen por un lado una parte que las defienden y las realizan cada año y por otro lado hay gente que las discute, y no cree en ellas y no solamente ahora con la utilización de la meteorología moderna si no que hace ya bastantes siglos tenían detractores que argumentaban que la arbitrariedad de la elección de las fechas, y la observación de unos pocos parámetros no era suficiente para hacer un pronóstico fiable a largo plazo.

2. Cabañuelas

Las cabañuelas son un método de predicción popular de tipo empírico que relaciona el estado atmosférico de unos determinados días del mes

de agosto con el tiempo venidero para cada mes del año hidrológico. La variedad, en cuanto a la aplicación del método, de días, épocas del año, y observaciones es muy alta. Podemos decir que hay unanimidad en hacerlas en la época de más calor. En España las realizamos en el mes de agosto, en Sur América las realizan en los meses de Diciembre-Enero.

En cuanto a la procedencia de la palabra cabañuela no hay un consenso total, pero se dice que lo más probable es que provenga de la fiesta judía de Los Tabernáculos[17], ya que se utilizaban unas cabañas en la realización de la misma y se realizaban predicciones meteorológicas en estas fechas, de ahí que se haya incorporado al léxico castellano. También hay autores que afirman que proviene del norte de Europa cuando los Vikingos construían pequeñas cabañas para la observación del tiempo en unos días concretos [2].

Días de cabañuelas.

Se hacen en el mes de Agosto del 1 al 24 del mes. Los 12 primeros días corresponde a las tornas y los doce siguientes a las retornas ver Tabla1.4.

Meses de la predicción	Tornas	Retornas
	Días	Días
AGOSTO	1	24
SEPTIEMBRE	2	23
OCTUBRE	3	22
NOVIEMBRE	4	21
DICIEMBRE	5	20
ENERO	6	19
FEBRERO	7	18
MARZO	8	17
ABRIL	9	16
MAYO	10	15
JUNIO	11	14
JULIO	12	13

Figura 1.4: Días de referencia.

En cuanto a los fenómenos a observar podemos ver que hay unos indicadores que se interpretan de igual manera en casi todos lugares donde se realizan las cabañuelas. Nosotros en este trabajo explicamos cómo los interpretan, los cabañuelista consultados.

Indicadores principales:

- Nubosidad
 - Si el día está nublado quiere decir que va a llover más de lo normal.
 - Si el día es soleado deberemos de fijarnos en la temperatura del día
 - Si durante el día llueve se dice que " ha reventado la cabañuela" y se entiende como que va a llover menos de lo normal
- Temperatura
 - Si el día es más caluroso de lo normal, indicador de mes con mas lluvia de lo normal
 - Si el día presenta una temperatura normal, indica un mes con precipitación normal
 - Si el día presenta una temperatura inferior a lo norma, es indicador de un mes con menos lluvia de lo normal

Ahora pasamos a explicar los métodos de los que disponemos información y que se ampliaran en el trabajo posteriormente. La información se ha conseguido mediante entrevista personal a los cabañuelistas, preguntándoles sobre los puntos claves en los que ellos se basaban para hacerlas.

■ Método de Lorca.

Este método se basa en las observaciones de tipo empírico para hacer el pronóstico. Va a considerar los 24 primeros días de agosto como los días de referencia para hacer la predicción ver Figura 1.4. La observación hecha el día de *las tornas* y el día de *las retornas* se utilizara para hacer un balance entre estos. Este balance nos dará como resultado una predicción a largo plazo que será el año hidrológico.

Los parámetros en los que se fija son en la humedad, nubosidad y temperatura², pero de una forma cualitativa. No se utilizan ningún instrumento, simplemente se hace una descripción de lo que se observa. Para este método se han tenido en cuenta solo los tres parámetros primeros en la elaboración de las predicciones, quizás por la complejidad que entrañaría la observación y medida de otros parámetros.

■ Método de Mazarrón.

Es básicamente el mismo método que en Lorca, con la salvedad de que está más influenciado por la observación de parámetros de tipo biológico como animales y plantas.

Comentaba Eusebio Navarro en la entrevista que mantuvimos

²Las observaciones pueden ser sobre multitud de parámetros como Nubosidad, Temperatura, Astros, etc. así como organismo vivos

«Este año va a ser un año malo respecto a lluvias ya que la perdiz no se ha emparejado»

Eusebio Navarro

Con respecto a los otros parámetros observados, así como días de observación, y elaboración de la predicción son prácticamente iguales.

En cuanto a qué indicadores utilizan cada uno, cómo se hacen las predicciones y cómo interpretan cada tipo de mes se detallara más ampliamente en el apartado de Datos y metodológica.

1.3. Objetivos y estructura

Los objetivos que se persiguen en este trabajo son realizar un estudio sobre las técnicas de predicción meteorológica a largo plazo, que eran practicadas en la antigüedad y que han perdurado hasta nuestros días. Estas técnicas son las cabañuelas, y para ello nos servimos de dos variantes de la misma, una de la zona de Lorca y otra de la zona de Mazarrón. Lo que pretendemos es ver la fiabilidad que tienen estas técnicas a la hora de hacer predicciones. Para comprobar la precibilidad de estas nos servimos de una serie de cálculos estadísticos que nos dan información sobre esta cualidad.

La estructura del trabajo podemos dividirla en cuatro partes diferentes. En un primer lugar se intenta hacer una aproximación a la historia de la meteorología, donde enumeramos las técnicas utilizadas años atrás, y una explicación de las cabañuelas. En un segundo lugar se va hacer acopio de los datos necesario para el estudio. Por un lado los datos que nos facilitan los cabañuelista, y por otro lado los datos que obtenemos de las dos estaciones meteorológicas elegidas para hacer las comparaciones. También en este apartado se hace un tratamiento de los datos con el fin de poder transformar unos datos cualitativos a cuantitativos. La explicación de las características de los estadísticos, y los valores que pueden tomar. También se ha realizado una simulación Monte Carlo con el fin de comprobar el grado de fiabilidad que arrojan los métodos propuestos. En tercer lugar tenemos los resultados obtenidos donde se exponen los resultados que hemos obtenido de los experimentos realizados. En último lugar se redactan las conclusiones de la realización del presente proyecto así como las partes del trabajo mejorables y críticas que vemos al presente estudio.

Capítulo 2

Datos y Metodología

2.1. Datos

En este trabajo se han utilizado dos fuentes de datos distintas. Los datos referentes a las predicciones realizadas por dos cabañuelistas y observaciones provenientes de la Agencia Estatal de Meteorología

2.1.1. Cabañuelas

Los cabañuelistas nos han proporcionado dos tipos de datos. Los datos de las observaciones hechas por los cabañuelistas y por otro lado los datos referentes a las predicciones. Respecto a los datos de las observaciones solo ha sido posible obtener los elaborados por el cabañuelista 1. En cuanto a las predicciones cada cabañuelista nos da las suyas propias. Vemos que hay una gran diferencia entre unas y otras. El cabañuelista 1 nos facilita las predicciones finales. En cambio las predicciones del cabañuelista 2 deberán de sufrir un tratamiento previo

Tenemos dos fuentes de información distintas sin conexión alguna entre ellas. Por un lado tenemos a Lucas Fernández Fernández, denominado a partir de ahora como *cabañuelista 1* que aplica el método de Lorca. En Mazarrón encontramos a Eusebio Navarro, que aparecerá desde ahora en el trabajo como *cabañuelista 2* y aplica el método de Mazarrón. Estos serán los dos cabañuelistas sometidos a análisis.

Localización de la toma de datos¹.

	Lorca	Mazarrón
LAT	37° 41' 30" N	37° 36' 5" N
LON	1° 42' 13" O	1° 18' 42" O
ALT	350 s.n.m.	70 s.n.m.

Cuadro 2.1: Localización cabañuelistas

¹Coordenadas obtenidas con *Google earth*

2.1.2. Datos meteorológicos

En este caso los datos han sido obtenidos en las estaciones meteorológicas de Loca y Águilas, facilitados por la agencia estatal de meteorología AEMET.

Hemos elegido estas dos estaciones por ser las que engloban el territorio en el que se hacen las observaciones, y así poder comparar estas con lo observado.

Estos datos consisten en la medida de la precipitación y número de días con precipitación.

- Para la precipitación. Unidades en mm.
 - Lorca desde el año 1955 hasta el 2009.
 - Águilas desde el año 1953 hasta 2009.
- Número de días de lluvia
 - Lorca desde el año 1955 hasta el 2009.
 - Águilas desde el año 1953 hasta 2009.

La localización de las estaciones meteorológicas es:

	Lorca	Águilas
LAT	37º 39' 12" N	37º 24' 40" N
LON	1º 41' 22" O	1º 35' 02" O
ALT	320 s.n.m.	20 s.n.m.

Cuadro 2.2: Localización estaciones meteorológicas

2.1.3. Situación geográfica y climatología de la zona de estudio

En La Figura 2.1 podemos observar la situación geográfica.

1. Lugar de observaciones de los cabañuelista. Flecha color verde
2. Estaciones meteorológicas. Puntos de color azul

El clima de la zona se caracteriza por unas temperaturas suaves en invierno, donde normalmente no se producen heladas y temperaturas altas en verano. Una precipitación baja y de forma torrencial en la mayoría de los casos es otra característica a destacar. Las precipitaciones suelen estar repartidas en el tiempo irregularmente es decir en el otoño y primavera son las épocas donde más llueve con diferencia, y los días de lluvia suelen ser muy pocos. Estos factores de tipo climático van a condicionar una vegetación de tipo xerofítica arbustiva y plantas de temporada adaptadas para germinar y florecer en la época de lluvias. La fauna al igual que la vegetación está adaptada al clima árido del lugar.



Figura 2.1: Mapa de la zona. Fuente: Google Earth

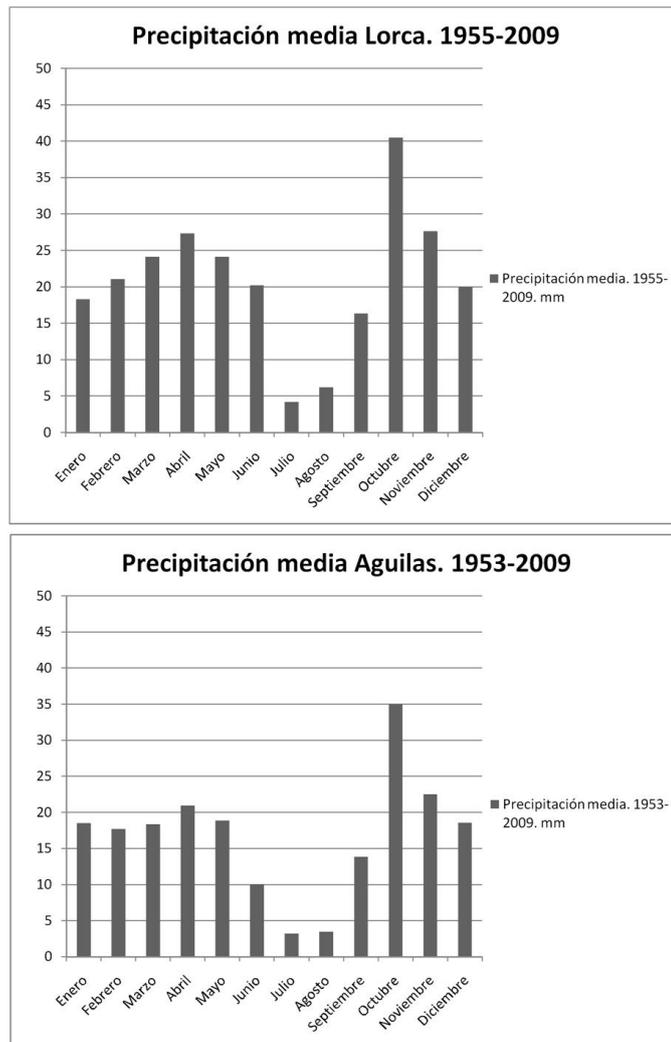


Figura 2.2: Gráfica precipitación media. Superior Lorca. Inferior Águilas.

En la Figura 2.2 podemos ver la precipitación media para el periodo que tenemos datos.

En las Figura 2.3 podemos observar el número de días con precipitación superior a 0,1 mm.

2.2. Metodología

2.2.1. Tratamiento de los datos empíricos.

Para el estudio de las cabañuelas, hemos realizado un tratamiento previo a los datos para poder posteriormente aplicar una serie de técnicas estadísticas en el análisis de las predicciones.

Recopilación de datos

En primer lugar hemos tenido que hacer una recopilación de datos de tipo empírico, que serán los datos que han sido facilitados por los cabañuelistas. Estos a su vez los dividimos dos tipos. Los datos que describen la situación atmosférica para los días que se practican cabañuelas. Y los datos de las predicciones facilitados también por los mismos que serán los que utilicemos para hacer nuestras comparaciones. Estos datos a su vez se les realiza un tratamiento para poder pasarlos de tipo cualitativo a tipo cuantitativo.

Tenemos los datos de las observaciones realizadas por el cabañuelista 1. Podemos verlos en el Anexo I en las Figuras A.3 y A.4.

Elaboración de la predicción

Para la elaboración de la predicción cada cabañuelista tiene su propias reglas. Esto puede hacer que tengamos dos predicciones diferentes para una zonas próximas entre sí.

Los parámetros observados por los cabañuelistas para obtener información para la elaboración de las cabañuelas van a depender del observador y de las características particulares de cada variante del método. No obstante podemos prefijar una serie de parámetros que utilizan ambos cabañuelista para hacer las predicciones.

Parámetros a observar

- La nubosidad que encontremos en estos días, diferenciando días con lluvia, días nubosidad alta, días de nubosidad baja y días despejado.²

² Según se haya observado el día ambos métodos consultados coinciden en que si el día es lluvioso, el pronóstico que obtenemos es que el mes va a ser menos lluvioso de lo normal. En caso de nubosidad pero que no se de precipitación, el pronóstico va a ser totalmente diferente y se predice un mes con mas lluvia de lo normal. Si el día es despejado quiere decir que nos vamos a encontrar con un mes normal.

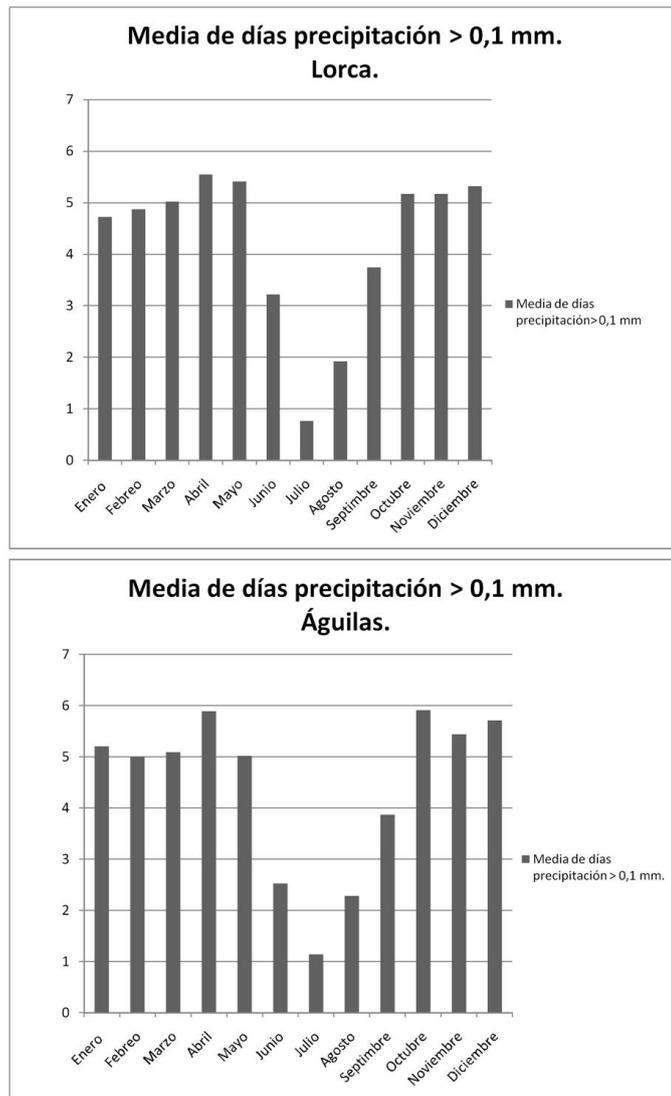


Figura 2.3: Gráfica número de días con precipitación >0,1 mm

- La temperatura que tengamos en estos días, diferenciando días calurosos, es decir que hace más calor del normal. Los días con temperaturas por debajo de lo habitual. Una temperatura acorde con lo normal.
- Otros datos que se pueden tener en cuenta, son los referentes a fenómenos meteorológicos puntuales tales como nieblas en determinadas zonas de la área de observación, comportamiento de animales, ciclo vegetativo de algunas plantas.

El carácter subjetivo a la hora de observar e interpretar estos parámetros siempre va a estar presente, y dependerá de la sensibilidad que tenga el observador para interpretarlos. Así cada Cabañuelista se va a fijar también en otros que a su juicio les parece más interesante para hacer las predicciones. También la importancia que le dan a cada parámetro será diferente.

Cabañuelista 1

Los parámetros que observa son: La nubosidad como la más importante, precipitación en el caso de que se dé, y temperatura que tengamos en estos días. Los categorías que establece las encontramos en la Tabla 2.3. Siempre de una manera aproximada, recordemos que no se utiliza ningún instrumento de medida para realizar las observaciones.

		Categorías	
Nubosidad	Alta	Media	Baja
Temperatura	Alta	Media	Baja
Visibilidad	Alta. Niebla densa	Media. Niebla ³ más lejana	Baja. Algo de niebla en el horizonte
Precipitación	Nada	Media	Alta

Cuadro 2.3: Rangos fijados por el Cabañuelista 1.

Cabañuelista 2.

Solo vamos a disponer de los datos referentes a las predicciones que él ha hecho para los dos últimos años por lo que desconocemos las categorías que establece para los parámetros. Dispone de las predicciones para las tornas y para las retornas. Debemos de aplicarle un tratamiento para conseguir una predicción en base a estos. Podemos ver las predicciones en el Anexo I Figura A.6 y Figura A.7

El segundo también incluye, para hacer sus predicciones, el comportamiento de los animales y plantas de la zona. Puede hacerlas fuera de los días estipulados para la recogida de datos.

Sí las esparragueras empiezan a tirar brotes verdes, es signo de que el año venidero es bueno en lo referente a lluvias.[17] Si las perdices están

apareadas para el otoño es signo de que el año venidero es bueno en lo referente a lluvias.[17]

Interpretación de los datos observados

Cada cabañuelista tiene sus propias reglas para hacer la predicción, pero ¿Cuál es el criterio que establecen para hacer la predicción en base a lo observado en las tornas y las retornas?

Cabañuelista 1.

Los criterios que establece el Cabañuelista 1 son los siguientes:

En primer lugar, para que la predicción sea más precisa, tienen que ser los días iguales o muy similares.

En el caso de que sean diferentes, les damos un peso a cada día de 70-30 % donde las tornas tienen más peso a la hora de elaborar la predicción.

Para ello se basa en lo observado y hace las siguientes suposiciones:

1. Nubosidad - Humedad

- Nublado. Indica mes más lluvioso de lo normal.
- Humedad. Poca lluvia. (Este parámetro aporta más fiabilidad a la predicción que las nubes.)
- Nubes esporádicas. Poca lluvia.
- Normal. No hay nubes

2. Temperatura

En el caso de que no se pudieran observar ninguna de estas características nos fijaremos en la temperatura que hace en el día pero el índice de acierto será bastante más bajo, según argumenta el Cabañuelista.

Deberemos de hacer la siguiente suposición:

- Temperatura por encima de lo normal, nos indica que en el mes correspondiente el mes será más lluvioso de lo normal
- Temperatura normal, nos indica que en el mes correspondiente el mes será normal, en cuanto a precipitación
- Temperatura por debajo de lo normal, nos indica que en el mes correspondiente el mes será menos lluvioso de lo normal

En el Anexo I Figura A.5 podemos ver las predicciones que hace para los dos años que disponemos datos.

Cabañuelista 2

Los criterios que establece el cabañuelista 2 difieren del primero.

Tampoco interpreta igual los datos a la hora de hacer la predicción en base a las tornas y las retornas y establece que:

- Lo mejor para la fiabilidad de la predicción es que sean los 2 días iguales, tanto si es buena, mala o regular.
- En el caso de haber una buena y otra mala entonces hablamos de un mes con con una precipitación menor de lo normal.
- El peso que les da a los días es el mismo es decir 50-50 % el contrario que el 1º Cabañuelista que le daba un peso de 70-30 %

Tipos de meses

¿Cómo se interpretan los meses en base a la precipitación que se da en estos?

Al ser observaciones de tipo empírico la subjetividad del Cabañuelista está más es un factor limitante a la hora de poder hacer comparables las predicciones. La división que hacen los Cabañuelista, es tan variada como cabañuelistas existen. Nosotros hemos propuesto la siguiente división de los meses en tres tipos para que sea más fácil posteriormente su manejo en las comparaciones. Los tipos de meses propuestos serían: Un mes seco, sí llueve menos de lo normal, un mes normal, sí llueve lo que corresponde para ese mes, y se un mes lluvioso sí lo hace en más cantidad de lo normal

Cabañuelista 1

Nos da la posibilidad de tres tipos de meses tal y como observamos en la 2.4

Mas lluvioso de lo normal	Normal	Menos lluvioso de lo normal
---------------------------	--------	-----------------------------

Cuadro 2.4: Tipos de meses según Cabañuelista 1

Cabañuelista 2

Hace una división más extensa, y utiliza otro tipo de escala como la que vemos en la Tabla 2.5. Suele emplear adjetivos tipo malo, bueno, etc. para denominar como va a ser el mes que se predice.

Malo, malo	Malo	No malo
	Regular	
Buena	Muy buena	Buena,Buena

Cuadro 2.5: Graduación del Cabañuelista 2.

2.2.2. Homogenización de datos empíricos.

La homogeneización de datos persigue interpretar el lenguaje empleado por los cabañuelistas, así como reagrupación de los datos cuando sea necesario y en último lugar transformar unos datos de tipo cualitativo a un tipo cuantitativo. El fin es analizar y comparar las predicciones hechas por estos con los datos reales.

Para poder comparar estos datos se decidió darle una serie de valores que podían ser:

- -2,-1,0,1,2 siendo el -2 un mes con menos precipitación y el 2 con mas precipitación.
- -1,0,1 que nos indican sí el mes ha sido menos lluvioso de lo normal, normal o más lluvioso de lo normal, respectivamente⁴.

¿Cómo pasamos estos datos cualitativos a datos cuantitativos, medibles y comparables entre ellos en una escala del -1,0,1?

En el caso del primer Cabañuelista la transformación se hace directamente ya que nos da tres posibilidades dando el valor -1 al mes menos lluvioso, 0 para el normal y 1 para el más lluvioso.

En el caso del Cabañuelista 2 los datos que teníamos de la predicción, los sometimos a un proceso, donde se crearan diferentes agrupaciones para obtener una predicción que podamos comparar para dar al final una salida con la predicción según los tres tipos de meses propuestos.

Datos del Cabañuelista 1.

Aquí el proceso de transformación para poder pasarlos de tipo cualitativo a tipo cuantitativo es muy sencillo. Para ello simplemente aplicamos la escala que hemos elegido, en este caso del -1, 0, 1 y le damos los valores según haya sido la predicción es decir:

- -1; Para precipitación menos de lo normal
- 0; Para precipitación normal
- 1; Para precipitación más de lo normal

Datos del Cabañuelista 2.

Los datos que hemos conseguido de este Cabañuelista son los referentes a las tornas y a las retornas ⁵. Con estos ahora debemos de hacer la predicción para los diferentes meses.

En este caso la transformación de los datos requiere un retratar, con el fin de poder transformar los datos tal y como los conseguimos, a la escala que queremos para poder utilizarlos en posteriores cálculos.

⁴ Al final nos decantamos por este

⁵Ver Apartado 1.2.4

Con los datos de las tornas y las retornas Tabla 2.4 se elaboran las predicciones que podemos ver en la Tabla 2.5 para los años correspondiente, según los criterios establecidos por el Cabañuelista⁶

2º Cabañuelista. 2008/2009			
Tornas		Retornas	
2008/09	Buena	2008/09	Buena
2008/10	Regular	2008/10	Buena
2008/11	Mala	2008/11	Regular
2008/12	Mala	2008/12	Muy Buena
2009/01	Mala	2009/01	Buena
2009/02	Regular	2009/02	Buena
2009/03	No mala	2009/03	Mala
2009/04	Buena, Muy	2009/04	No Buena
2009/05	Mala	2009/05	Mala
2009/06	Muy Buena	2009/06	Buena
2009/07	Mala	2009/07	Regular
2009/08	Mala, Mala	2009/08	No Mala

Figura 2.4: Datos tornas y retornas

Una vez que hemos obtenido la predicción final pasamos a agrupar los datos⁷ de manera que estas 7 categorías las convertimos en 3. Para ello se ha procedido a la elaboración de diferentes escenarios donde se han agrupado los valores de diferentes maneras, para ver cuál era la mejor combinación, ya que será la que utilizaremos en los cálculos posteriores. Hemos agrupado los 3 primeros valores y le hemos dado el valor 1, el valor regular

⁶La realización de la predicción la hemos realizado nosotros en base a las pautas que nos ha dado.

⁷Encontraremos 7 tipologías de mes, tal y como se ha explicado en el apartado de datos y podemos ver en la Tabla 2.5

lo interpretamos como 0 y el los tres últimos valores los interpretamos como -1. Podemos verlo en la Tabla 2.5

	Valores	
Muy buena		
Buena		1
No buena		
Regular		0
No mala		
Mala		-1
Mala,mala		

Cabañuelas 08/09		Valores
2008/09	Buena	1
2008/10	No buena	1
2008/11	No mala	-1
2008/12	No buena	1
2009/01	Regular	0
2009/02	No buena	1
2009/03	No mala	-1
2009/04	Buena	1
2009/05	Mala	-1
2009/06	Buena	1
2009/07	No mala	-1
2009/08	No mala	-1

Figura 2.5: Cabañuelas 08-09 y asignación de valores. cabañuelista 2.

Una vez que tenemos los datos del cabañuelista nº 1 como del nº 2 medidos con las mismas unidades y medidos en el mismo rango, procedemos a las comparaciones.

Los datos meteorológicos, obtenidos en las estaciones durante la serie de años, también requieren un tratamiento para poder utilizarlos. Hay que tener en cuenta los días que no tenemos mediciones.

2.2.3. Tratamiento de los datos meteorológicos

Precipitación acumulada.

Deberemos calcular para cada uno de los meses, en los años que vamos a aplicar nuestra predicción. Para ello hacemos la suma de la precipitación para los meses en cuestión, es este caso lo hacemos para el año 2008 y 2009.

$$P_m = \sum P_d \quad (2.1)$$

Donde P_m es la precipitación acumulada para el cada mes y P_d es la precipitación diaria $>0,1$ mm.

Precipitación acumulada.

Deberemos calcular para cada uno de los meses, en los años que vamos a aplicar nuestra predicción. Para ello hacemos la suma de la precipitación para los meses en cuestión, es este caso lo hacemos para el año 2008 y 2009.

$$P_m = \sum P_d \quad (2.2)$$

Donde P_m es la precipitación acumulada para el cada mes y P_d es la precipitación diaria $>0,1$ mm.

Medias mensuales de precipitación.

De estos datos, lo que nosotros buscamos es el cálculo de las medias mensuales de precipitación para el periodo que tenemos.

$$\bar{P} = \frac{\sum P_m}{n} \quad (2.3)$$

Donde, \bar{P} es la precipitación media para el periodo del que se deponen datos, y $\sum P_m$ es el $\sum P_d$. P_d es la precipitación diaria acumulada para el mes correspondiente y n es el número de años.

Percentiles

Los percentiles representan los valores de la variable que están por debajo de un porcentaje, el cual puede ser un valor de 1 % a 100 %.

$$P_k = L_k + \frac{K\left(\frac{n}{100}\right) - F_k}{f_k} \times c \quad (2.4)$$

Don de k va desde 1 hasta 99. L_k es el limite real inferior de la clase del decil k . n es el número de datos. F_k es la frecuencia acumulada de la clase

que entecede a la clase del decil k . f_h es la frecuencia de la clase del decil k . c es la longitud del intervalo de la clase del decil k .

Los percentiles a calcular serán el P10, P25, P33, P50, P66, P75 y el P90

Se hace esta división para posteriormente poder ver qué valores de precipitación acumulada, corresponde con cada una de las categorías de mes que hemos dado (lluvia, más de lo normal, normal y menos de lo normal).

Numero de días con precipitación >0,1 mm.

Consiste en calcular el número de días que la precipitación fue superior a 0,1 mm en superficie. Con esto perseguimos ver si la predicción se puede interpretar como número de días que va a llover, más que precipitación acumulada.

Días que ha llovido de media

El método para calcularlo es muy sencillo consiste en ver cuál es el número de días en los que la precipitación es mayor a 0,1 mm y hacer la media para el periodo de tiempo correspondiente.

Con estos datos procedemos a comparar la precipitación acumulada y el número de días que ha llovido con la ayuda de los percentiles para ver en que categoría de mes, están los datos sometidos a análisis.

Elección del rango percentil

Para la elección del rango percentil más idóneo hemos creado una gráfica donde comparamos los valores percentílicos con la precipitación acumulada para cada zona. Vemos a partir de que percentil merece la pena empezar a tomar como valor mas bajo. Conseguimos reducir el número de comparaciones a realizar posteriormene. Podemos ver un ejemplo en la Figura 2.6.

La elección de los percentiles se hace para ver como denominamos cada mes en base a su precipitación o número de días de lluvia observado. Con esto perseguimos eliminar la subjetividad que presentan este tipo de predicciones. Elegimos un rango intepencético donde se le asigna el valor de -1, 0, 1 a los meses menos de lo normal, normal y mas de lo normal repestivamente,según esta regla:

- Sí la precipitación acumulada o el numero de dias con lluvia es menor que el percentil más bajo, qse trata de un mes menos lluvioso de lo normal
- Sí la precipitación acumulada o el numero de dias con lluvia lo encontramos entre los dos percentiles elegido se trata de un mes normal.
- Sí la precipitación acumulada o el numero de dias con lluvia es mayor que el percentil mayor se trata de un mes más lluviosos de lo normal.

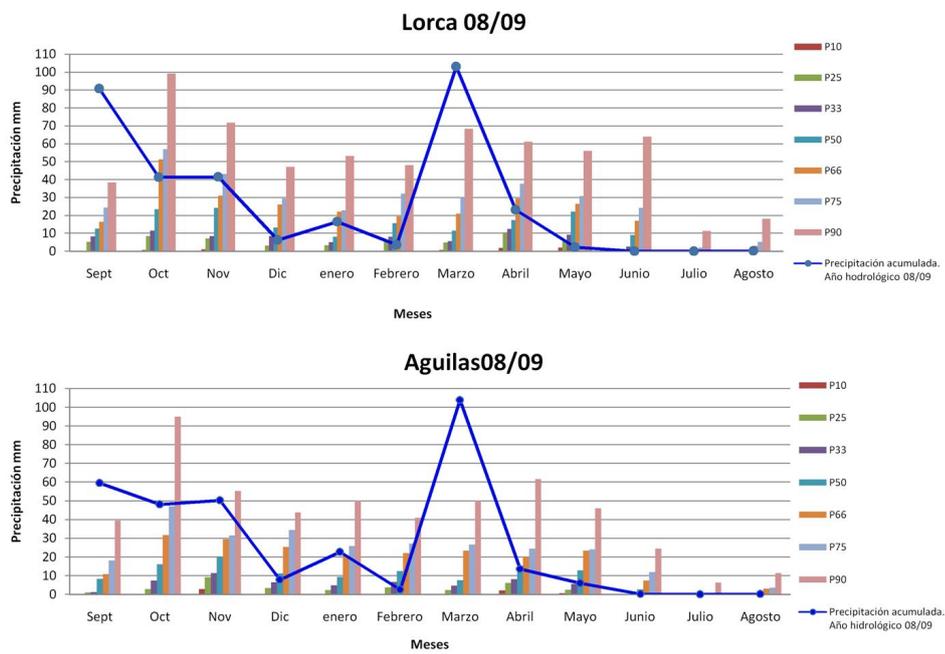


Figura 2.6: Grafica elección de los percentiles Lorca y Aguilas

Los percentiles elegidos no tienen por que estar equidistantes uno del otro. Hemos hecho varias simulaciones, jugando con los percentiles para ver cuál es el rango interpercentílico que nos da un mayor número de aciertos, y así poder minimizar la componente subjetiva que posee la predicción.

Una vez que hemos catalogado cada mes en su categoría en función de la precipitación acumulada que se da en estos, debemos de compararlos con la predicción de los cabañuelistas. Aquí vamos a obtener el número de coincidencias y tipo de estas.

En la Figura 2.7 vemos todo el proceso antes explicado. Tenemos los datos de la predicción y los datos de la precipitación acumulada. En este ejemplo se elige en percentil P25 y P66 para establecer las tipologías de meses. Por último se procede a ver el número de coincidencias y de que tipo son.

2.2.4. Método multi-categoría.

Para el análisis de la capacidad predictiva de las cabañuelas utilizamos el método multi categoría [18]. Consiste en una tabla de contingencia que muestra la frecuencia de las predicciones y las observaciones.

Encontramos dos tipos de entradas, donde O_j será el valor que se haya observado y F_i corresponde con el valor de la predicción.

A su vez cada entrada estará dividida en tres tipos, K_n , que en nuestro caso van a ser los tipos de meses que hemos catalogado.

- Precipitación menos de lo normal
- Precipitación normal
- Precipitación más de lo normal

Al final obtenemos una Tabla 2.6 de contingencia con 9 celdas en nuestro caso.

		Obser.	Obser.	Obser.	
i,j		Menos	Normal	Más	Total
Pronostico	Menos	$n(F_1, O_1)$	$n(F_1, O_2)$	$n(F_1, O_3)$	NF_1
Pronostico	Normal	$n(F_2, O_1)$	$n(F_2, O_2)$	$n(F_2, O_3)$	NF_2
Pronostico	Mas	$n(F_3, O_1)$	$n(F_3, O_2)$	$n(F_3, O_3)$	NF_3
Total		NO_1	NO_2	NO_3	$N(F_i O_j)$

Cuadro 2.6: Ejemplo tabla contingente

En esta Tabla 2.6, en un primer vistazo y de una manera muy intuitiva, podemos ver que la diagonal que forma las coincidencias entre la predicción y lo observado nos da una idea del número de coincidencias que hay. En el caso que hubiera una coincidencia total entre lo observado y la predicción solo encontraríamos valores aquí y viceversa en el caso de no haber ninguna coincidencia no encontraríamos ningún valor en estas celdas.

1º cabañuelista Lorca. P25 P66. Año 08/09			
Sí < 25		Menos de lo normal	
entre P25 y P66		Normal	
Sí > P66		Más de lo normal	

Año hidrológico.	Precipitación Acumulada	P25	P66
2008/09	90,7	5,2	16,3
2008/10	41,3	8,5	51,3
2008/11	41,5	7,0	30,9
2008/12	6,2	3,2	26,1
2009/01	16,4	3,3	22,1
2009/02	3,5	6,1	19,4
2009/03	103,1	4,8	21,0
2009/04	23,1	10,5	29,4
2009/05	2,3	5,6	26,5
2009/06	0,0	1,0	17,0
2009/07	0,0	0,0	0,7
2009/08	0,1	0,1	3,0

Predicción	Realidad	Coincidencias
Normal	Más de lo normal	0
Más de lo normal	Más de lo normal	1
Más de lo normal	Más de lo normal	1
Menos de lo normal	Normal	0
Normal	Normal	1
Normal	Menos de lo normal	0
Más de lo normal	Más de lo normal	1
Más de lo normal	Normal	0
Normal	Menos de lo normal	0
Menos de lo normal	Menos de lo normal	1
Menos de lo normal	Menos de lo normal	1
Más de lo normal	Menos de lo normal	0
Total Coincidencias		6

Figura 2.7: Ejemplo comparación predicción-observado. Lorca 08/09

El siguiente paso del análisis es hacer un histograma. Resulta una manera muy intuitiva de ver las frecuencias con la que se dan la predicción y observación de las diferentes categorías. Nos dan información acerca de sí va a tener, la distribución de las predicciones, alguna relación con la distribución de las categorías observadas.

Las características de los histogramas que podemos observar van a ser: la similitud entre la ubicación, extensión, y la asimetría de la distribución de la predicción y la distribución observada.

Estadísticos empleados

El cálculo de los distintos estadísticos nos darán información acerca de la bondad de la predicción. Estos cálculos se hacen a partir de los valores obtenidos en la tabla de contingencia, Tabla 2.6

Precision o Accuracy

Precisión de la predicción o Accuracy[18]. Este nos da el grado de precisión, siendo los valores obtenidos desde el 0 hasta el 1.

$$Ac = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^k n(F_i, O_i) \quad (2.5)$$

Donde, sí el Ac presenta un valor igual a 0 quiere decir que no hay ningún acierto. Y sí el Ac presenta un valor de 1 es que tenemos una coincidencia total. Podemos expresarlo en forma de porcentaje.

Con el cálculo de la precisión de la predicción, obtenemos una información de interpretación fácil, pero no nos da información acerca de sí el método posee capacidad predictiva.

Heidke skill score

Para ver si tenemos capacidad predictiva utilizamos este estadístico[18]. Obtenemos información acerca de cuál fue la exactitud de la predicción en la categoría correcta, en relación a la del azar.

Los valores que puede tomar van desde el menos $-\infty$, hasta el 1.

En caso de que el valor tienda al $-\infty$ el acierto de la predicción se debe únicamente al azar. Sí tenemos un valor de 0 indica que no hay precibilidad y en el caso de que alcance un valor igual a 1 nos indica que el método posee capacidad predictiva.

$$HSS = \frac{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^k n(F_i, O_i) - \frac{1}{N^2} \sum_{i=1}^k N(F_i)N(O_i)}{1 - \frac{1}{N^2} \sum_{i=1}^k N(F_i)N(O_i)} \quad (2.6)$$

Las características de este estadístico son que mide la fracción de las predicciones correctas, después de la eliminación de las predicciones que serían correctas pero debido exclusivamente al azar. Uno de los requisitos para aplicar este tipo de estadístico es que requiere un tamaño de muestra

grande para asegurarse que los elementos de la tabla de contingencia están debidamente repartidos en la muestra.

2.2.5. Simulación Monte Carlo

Para valorar de manera objetiva la capacidad de predicción de los cabañuelistas, hemos comparado los resultados de las cabañuelas con los que obtendría una persona efectuando predicciones totalmente al azar. Para ello hemos realizado una simulación Monte Carlo, que es una técnica de muestreo artificial, comúnmente empleada para operar numéricamente sistemas complejos que tengan componentes aleatorios [16].

La simulación Monte Carlo que hemos diseñado consiste en simular un millón de predicciones totalmente aleatorias. Cada una de ellas cubre un período de 16 meses, y tiene tres categorías, exactamente igual que los datos de que disponemos de los cabañuelistas. A estas predicciones le calculamos un índice de acierto, el Heidke skill score, definido en la Fórmula 2.2.4 aplicada a los resultados de la Tabla de Contingencia 2.6 que hemos diseñado para el caso.

Con esta simulación pretendemos estudiar la distribución del índice HSS para unas predicciones totalmente aleatorias. Este cálculo, y la comparación con el índice calculado para los datos de los cabañuelistas, permite evaluar si el método estudiado presenta capacidad predictiva.

Capítulo 3

Resultados

3.1. Análisis de datos meteorológicos

Este análisis va a consistir en el cálculo de diferentes valores. Estos nos sirven posteriormente para hacer las comparaciones entre los datos meteorológicos y los datos de las predicciones. Los cálculos que vamos a realizar serán la media de precipitación, la media del número de días con precipitación superior a 0,1 mm, y los percentiles para los dos casos. Deberá aplicarse un tratamiento previo a su utilización. Este tratamiento consistirá en tener en cuenta los días que no hay mediciones. Una vez que hemos realizado el tratamiento procedemos al cálculo de los valores que nos interesan obteniendo los siguientes resultados para la precipitación media.

3.1.1. Precipitación media

Para el cálculo de la precipitación media se toma la serie de años que disponemos. Para la estación de Lorca, Figura 3.1, observamos los valores que cabría esperar para una región mediterránea semiárida. Encontramos las precipitaciones más altas en el mes de octubre y abril y un periodo de sequía en los meses de verano, en concreto Julio y Agosto.

Para la estación de Águilas, Figura 3.2, apreciamos casi los mismo valores que para Lorca, con la salvedad de tener una precipitación menor. También vemos que existe un mes donde la precipitación es más copiosa, octubre. En los meses de invierno y primavera vemos una precipitación parecida. Esta característica es diferente en Lorca, allí llueve mas en abril.

3.1.2. Media número de días precipitación

Este valor es calculado por la suposición que hacemos donde las predicciones son, más que para la precipitación acumulada que haya en un mes, para el número de días que se da precipitación. El por qué de este cálculo es debido al régimen torrencial que suelen presentar las precipitaciones en esta región. Si nos fijamos en el fundamento de casi todos los métodos de

Estación Lorca	
Mes	Media (mm)
Enero	18,3
Febrero	21,1
Marzo	24,1
Abril	27,3
Mayo	24,1
Junio	20,2
Julio	4,2
Agosto	6,2
Septiembre	16,3
Octubre	40,5
Noviembre	27,6
Diciembre	20,0

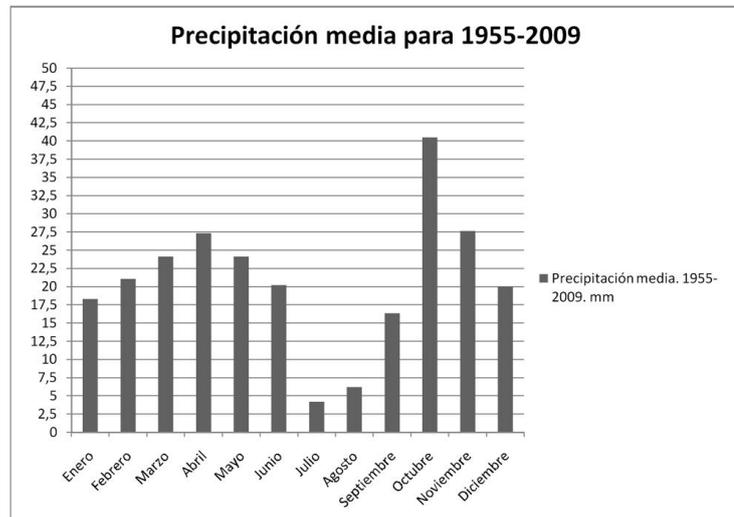


Figura 3.1: Precipitación media Lorca 1955-2009

Estación Águilas	
Mes	Media
Enero	18,5
Febrero	17,7
Marzo	18,3
Abril	20,9
Mayo	18,9
Junio	10,1
Julio	3,2
Agosto	3,5
Septiembre	13,9
Octubre	35,0
Noviembre	22,5
Diciembre	18,6

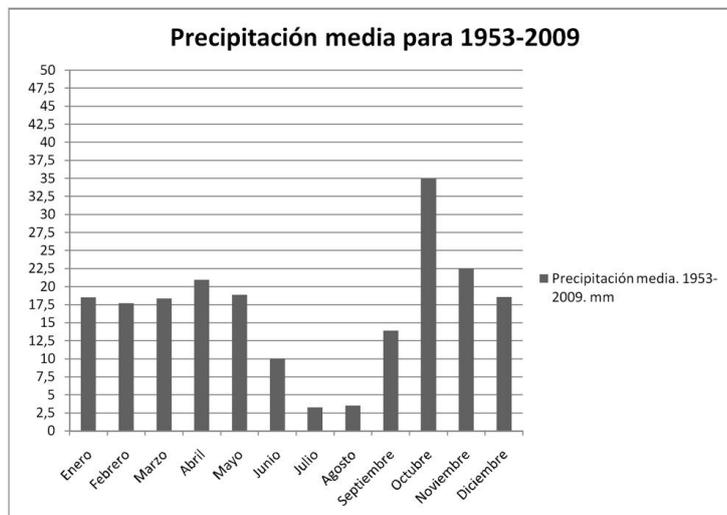


Figura 3.2: Precipitación media Águilas 1953-2009

predicción a largo plazo de este tipo, vemos que éstas se han ido haciendo a partir del conocimiento que las personas han ido adquiriendo durante generaciones sobre la climatología de la zona para al fin llegar a correlacionar, unos determinados días del año con todos los meses de la predicción. Es por esto que a una persona que observe la precipitación que hay cada mes, es comprensible entender que hable de días de lluvia más que de precipitación acumulada para cada mes o incluso de una mezcla de ellos

En la Figura 3.3 para Lorca observamos que Octubre siendo el mes que tiene una mayor precipitación media no es el mes que llueve más días. En Abril siendo el segundo mes con mayor precipitación, podemos observar que el número de días con precipitación es mayor. Sigue una correlación con la de precipitación media, correspondiendo los meses más lluviosos con los meses que más precipitación se da, con las excepciones expuestas.

En la Figura 3.4 para Águilas hay un leve incremento del número de días que llueve, respecto a Lorca, aunque la precipitación media de la zona sea ligeramente menor. Al igual que en el anterior caso vemos que los meses donde el número de días con lluvia es mayor no se corresponde con el mes con la precipitación media mayor.

3.1.3. Percentiles

Los utilizamos para fijar rangos interpercentílicos y crear categorías donde denominamos los diferentes tipos de meses en base a su precipitación acumulada. Los percentiles obtenidos a partir de la precipitación no siguen una distribución normal. Tenemos que para el valor del percentil P50, que es la mediana, no coincide con la media. La media estará desplazada más a la derecha que la mediana. Los percentiles calculados para la precipitación media de Lorca y Águilas los podemos ver en la Figura 3.5. Observamos en ésta, como los valores de precipitación media Figura 3.1 y Figura 3.2 para Lorca y Águilas respectivamente son superiores a la mediana que hemos obtenido.

Los percentiles calculados para el número de días de lluvia Figura 3.6 observamos que se ajusta más a una distribución normal. Los valores de la mediana (P50) y los valores de la media son muy parecidos. Nos indica que la mediana y la media están más cercanas que en el caso anterior. Los valores de los percentiles para la estación de Lorca y Águilas Figura 3.6 vemos que los valores de la media para Lorca y Águilas Figura 3.3 y 3.4 son muy semejantes a la mediana (P50).

3.2. Comparación entre cabañuelista

El número de coincidencias que hay entre un cabañuelista y otro, aunque se trate de dos áreas relativamente cercanas y con una precipitación media similar, es baja. Tenemos los resultados para las comparaciones de las predicciones de los cabañuelista para 2 años. Podemos ver en la Figura 3.7 las coincidencias que presentan para cada año. En el caso del año 08/09 tenemos un número de coincidencias de 4 y para el año 09/10 tenemos un

Estación Lorca	
Mes	Media días.
Enero	4,7
Febrero	4,9
Marzo	5,0
Abril	5,5
Mayo	5,4
Junio	3,2
Julio	0,8
Agosto	1,9
Septiembre	3,7
Octubre	5,2
Noviembre	5,2
Diciembre	5,3

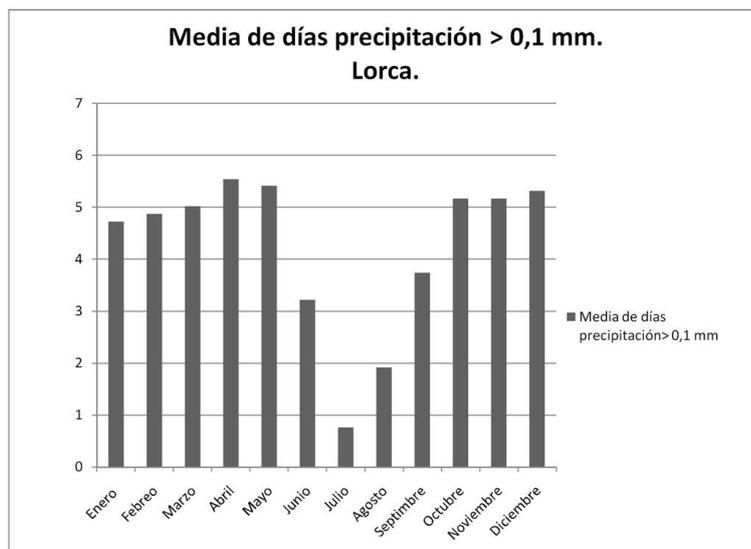


Figura 3.3: Media días precipitación >0,1 mm para Lorca

Estación Águilas	
Mes	Media días.
Enero	5,2
Febrero	5,0
Marzo	5,1
Abril	5,9
Mayo	5,0
Junio	2,5
Julio	1,1
Agosto	2,3
Septiembre	3,9
Octubre	5,9
Noviembre	5,4
Diciembre	5,7

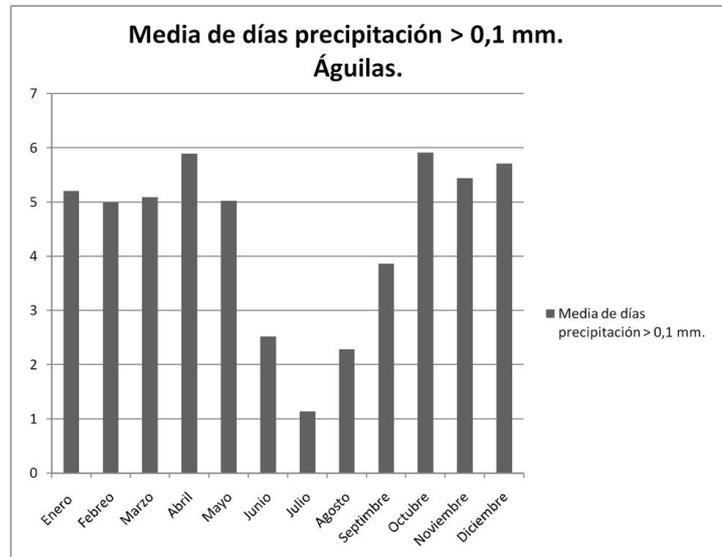


Figura 3.4: Media días precipitación >0,1 mm para Águilas.

Percentiles Lorca. 1955-2009.							
Mes	P10	P25	P33	P50	P66	P75	P90
Enero	0,20	3,30	5,00	8,00	22,10	22,90	53,10
Febrero	0,30	6,10	8,00	15,70	19,40	32,20	48,00
Marzo	0,60	4,80	5,60	11,40	21,00	30,00	68,40
Abril	1,80	10,50	12,40	17,30	29,40	37,60	61,10
Mayo	2,00	5,60	9,10	22,00	26,50	30,70	56,00
Junio	0,00	1,00	2,60	9,00	17,00	24,20	64,00
Julio	0,00	0,00	0,00	0,00	0,70	1,90	11,30
Agosto	0,00	0,10	0,30	1,80	3,00	5,10	18,00
Septiembre	0,00	5,20	8,30	12,50	16,30	24,40	38,30
Octubre	0,60	8,50	11,40	23,30	51,30	57,00	99,20
Noviembre	1,10	7,00	8,40	24,20	30,90	43,20	71,70
Diciembre	0,00	3,20	8,50	13,20	26,10	29,50	47,00

Percentiles Águilas. 1953-2009.							
Mes	P10	P25	P33	P50	P66	P75	P90
Enero	0,20	2,20	4,90	9,30	20,70	25,80	50,00
Febrero	0,10	3,80	6,70	12,40	22,00	27,20	40,90
Marzo	0,30	2,20	4,60	7,60	23,40	26,50	50,00
Abril	2,10	6,10	8,00	15,40	20,00	24,40	61,60
Mayo	0,60	2,40	5,60	12,80	23,40	24,10	45,90
Junio	0,00	0,10	0,20	2,60	7,40	11,80	24,40
Julio	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,30	6,20
Agosto	0,00	0,20	0,20	0,60	3,00	3,60	11,40
Septiembre	0,10	1,00	1,20	8,20	10,80	18,10	39,50
Octubre	0,20	2,90	7,40	16,00	31,70	47,00	94,90
Noviembre	2,80	9,20	11,30	20,20	29,50	31,50	55,20
Diciembre	0,10	3,40	6,40	11,20	25,30	34,40	43,80

Figura 3.5: Percentiles precipitación Lorca Águilas

Percentiles días precipitación > 0,1 mm. Lorca. 1955-2009.							
Mes	P10	P25	P33	P50	P66	P75	P90
Enero	1	2	3	5	6	7	9
Febreo	1	2	3	4	6	8	9
Marzo	1	2	2	4	6	7	10
Abril	1	3	4	5	6	7	11
Mayo	1	3	4	5	7	8	10
Junio	0	1	2	2	4	4	6
Julio	0	0	0	0	1	1	2
Agosto	0	1	1	1	2	3	5
Septiembre	1	3	3	4	6	8	10
Octubre	1	3	3	4	6	8	10
Noviembre	1	3	3	5	6	7	10
Diciembre	1	2	3	5	7	8	11

Percentiles días precipitación > 0,1 mm. Águilas. 1953-2009.							
Meses	P10	P25	P33	P50	p66	P75	P90
Enero	2	2	3	5	7	8	10
Febreo	1	3	4	5	6	7	9
Marzo	1	2	3	5	6	7	10
Abril	2	3	4	6	7	8	10
Mayo	2	3	4	5	6	6	9
Junio	0	1	1	2	3	4	5
Julio	0	0	0	0	1	2	3
Agosto	0	1	2	2	3	3	5
Septiembre	1	2	3	4	5	5	6
Octubre	2	3	4	6	7	9	11
Noviembre	2	3	4	5	6	7	9
Diciembre	1	2	4	5	7	8	11

Figura 3.6: Percentiles días precipitación >0,1 mm. Lorca y Águilas

valor más elevado de 7. Cabría esperar valores altos de coincidencias por la cercanía de las áreas de observación. Seguramente debido a la variabilidad que sufre el método de las cabañuelas no se dé. Para cercionarnos completamente deberíamos de hacerlo con un número mayor de meses, para ver cuál es la tendencia en cuanto a número de coincidencias.

3.3. Análisis de las predicciones.

El análisis de las predicciones nos da información acerca del grado de fiabilidad de las predicciones. La creación de una tabla contingente con tres entradas, una para cada tipo de mes propuesto nos permite posteriormente utilizar distintos estadísticos para ver el grado de predicción del método. Los histogramas resultantes a partir de los datos que hemos obtenido en la tabla nos van dan información acerca de sí existe alguna correlación entre lo observado y la predicción.

El *Ac* o *accuracy*, es el porcentaje de aciertos de la predicciones. Este valor es un primer indicador para ver si existe correlación entre las predicciones y las observaciones. El valor que obtenemos no presenta una fiabilidad elevada. Debemos de hacer uso de otros estadísticos que nos den más información acerca de la bondad que posee la predicción. Nos servimos del Heidke skill score. El cálculo de éste nos da información sobre que número de aciertos de las predicciones que no se deben al azar. El valor que obtenemos del cálculo nos indica que grado de predicción tiene el método de las cabañuelas. Debemos de decir que para obtener un valor de HSS con un grado de fiabilidad alto, deberemos de aplicarlo a un número elevado de datos. Así reducimos el error debido a un tamaño muestral pequeño. A continuación de los resultados obtenidos por un lado los resultados referentes a la precipitación y los referentes al número de días con lluvia.

Vamos a realizar un primer análisis solo para 12 meses correspondientes al año hidrológico 08/09. También realizamos un segundo análisis para el total de meses que disponemos en nuestro caso 16. Son los correspondientes con el año hidrológico 08/09 y los primeros 4 del año hidrológico 09/10.

3.3.1. Análisis de predicciones para la precipitación

Estos son los resultados obtenidos para ver el grado de predicción que presentan las cabañuelas basandose en la precipitación.

Histogramas precipitación

Podemos observar en la Figura 3.8 y 3.9 los histogramas correspondientes a la zona de Lorca y Mazarrón respectivamente para el año hidrológico 08/09. Presentan, en la mayoría de los casos, un número similar entre las veces el tipo de mes predecido y el mes observado. Esta distribución nos puede indicar que existe cierta correlación entre ambos. En los histogramas que se han elaborado para el total de meses de los que disponemos datos

Coincidencias entre métodos 08/09				
1º Cabañuelista		2º Cabañuelista		Coincidencias.
2008/09	0	2008/09	1	0
2008/10	1	2008/10	1	1
2008/11	1	2008/11	-1	0
2008/12	-1	2008/12	1	0
2009/01	0	2009/01	0	1
2009/02	0	2009/02	1	0
2009/03	1	2009/03	-1	0
2009/04	1	2009/04	1	1
2009/05	0	2009/05	-1	0
2009/06	-1	2009/06	1	0
2009/07	-1	2009/07	-1	1
2009/08	1	2009/08	-1	0
Nº coincidencias.				4
Valores para la comparación.				
0	No coinciden			
1	Coinciden			

Cabañuelista 1º	Cabañuelista 2º	No coincidencias.
1	-1	3
-1	1	2
0	1	2
0	-1	1
1	0	0
-1	0	0

Coincidencias entre métodos 09/10				
1º Cabañuelista		2º Cabañuelista		Coincidencias.
2008/09	0	2008/09	0	1
2008/10	1	2008/10	1	1
2008/11	0	2008/11	0	1
2008/12	-1	2008/12	1	0
2009/01	-1	2009/01	0	0
2009/02	0	2009/02	1	0
2009/03	0	2009/03	-1	0
2009/04	0	2009/04	0	1
2009/05	0	2009/05	-1	0
2009/06	-1	2009/06	-1	1
2009/07	-1	2009/07	-1	1
2009/08	0	2009/08	0	1
Nº coincidencias.				7
Valores para las coincidencias.				
0	No coinciden			
1	Coinciden			
Cabañuelista 1º				
Cabañuelista 2º				
No coincidencias.				
1	-1	0		
-1	1	1		
0	1	1		
0	-1	2		
1	0	0		
-1	0	1		

Figura 3.7: Número de coincidencias entre las predicciones de los cabañuelistas.

podemos ver una distribución en la mayoría de los casos similar entre la predicción y lo observado. Figura (3.10 y de la Figura 3.11)

Coincidencias, Ac y HSS precipitación.

En la Figura 3.12 podemos apreciar el número de coincidencias entre lo observado y la predicción, el accuracy y el Heidke Skill Score (HSS), para el año 08/09.

Tenemos que para P25/P66, P33/P66 y P50/P66 el primer cabañuelista obtiene un número de aciertos igual a 6. El accuracy es de un 50 %. El HSS es algo mayor de 0, lo que podría indicar que hay un indicio de precibilidad en el método, pero debemos de comprobarlo con la simulación Monte Carlo para poder ver si es significativo el valor. Por otro lado tenemos que el 2º cabañuelista la precibilidad es menor, el número de aciertos no es mayor a 5. El accuracy nos es superior a un 50 %. Encontramos con valores para el HSS negativos o muy cercanos al cero, lo que nos indica una precibilidad nula.

En la Figura 3.13 tenemos los estadísticos calculados para los 16 meses que disponemos. En líneas generales observamos que los valores indican un menor porcentaje de aciertos así como un menor carácter predictivo respecto a al análisis para los 12 meses. Nos indica que los valores obtenidos van a depender mucho del tamaño muestral que dispongamos. El cabañuelista 1, cuando aplicamos el percentil P33, nos da valores que indican una pequeña precibilidad del método, con un número de coincidencias de 6 a 7. Los mejores valores los hemos obtenido en el P33 P66, donde encontramos un porcentaje de acierto cercano al 50 %, valores de HSS de 0,17, que aunque siendo bajos es el mayor valor que obtenemos para la comparación entre la predicción y la precipitación acumulada observada. Vemos como al ampliar el número de datos ha disminuido los valores que obtenemos. El cabañuelista 2 obtiene valores más bajos que en el 1º cabañuelista. Obtenemos para los percentiles P50 P75 un total de 7 coincidencias, pero el valor de HSS es de 0,10 un valor bajo que nos indicaría una pequeña precibilidad en el método aplicado. Al igual que antes debemos de esperar la simulación Monte Carlo para ver que probabilidad de obtener este valor hay en caso de que fuera solo el azar.

3.3.2. Análisis de predicciones. Número de días con precipitación

Histogramas número de días con precipitación

Los histogramas corresponde con la zona de Lorca Figura 3.14 y la zona de Águilas Figura 3.15 para el año hidrológico 08/09. Observamos que siguen una distribución similar el tipo de predicciones y el tipo de observaciones. También se a hecho para el periodo de 16 meses. Podemos ver para Lorca Figura 3.16 y para Águilas 3.17.

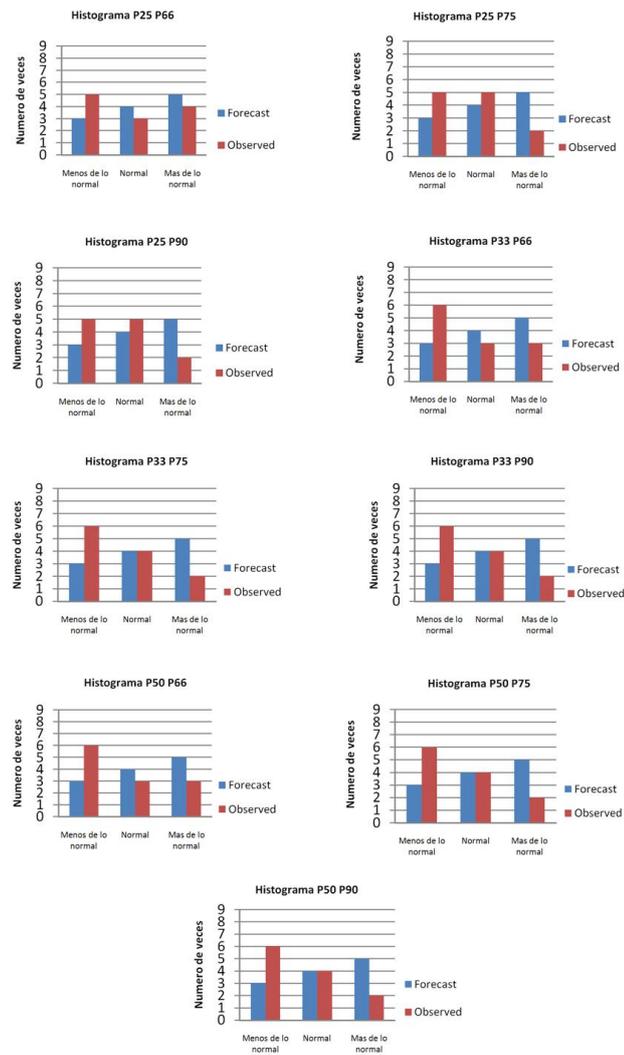


Figura 3.8: Histogramas comparación precipitación predicha y observada. Lorca 08/09

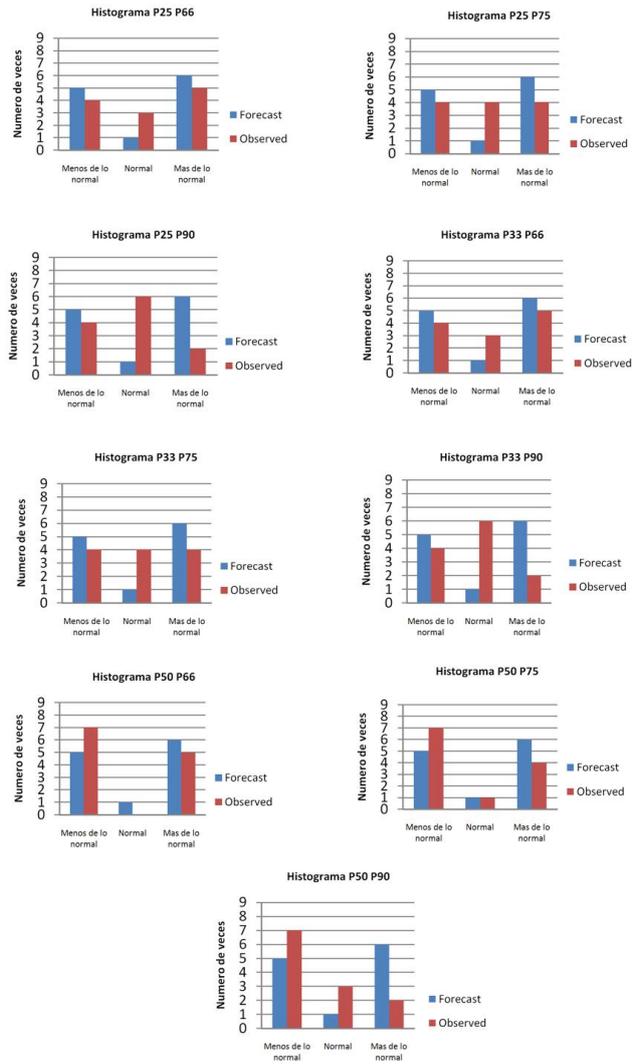


Figura 3.9: Histograma comparación precipitación predicha y observada. Águilas 08/09

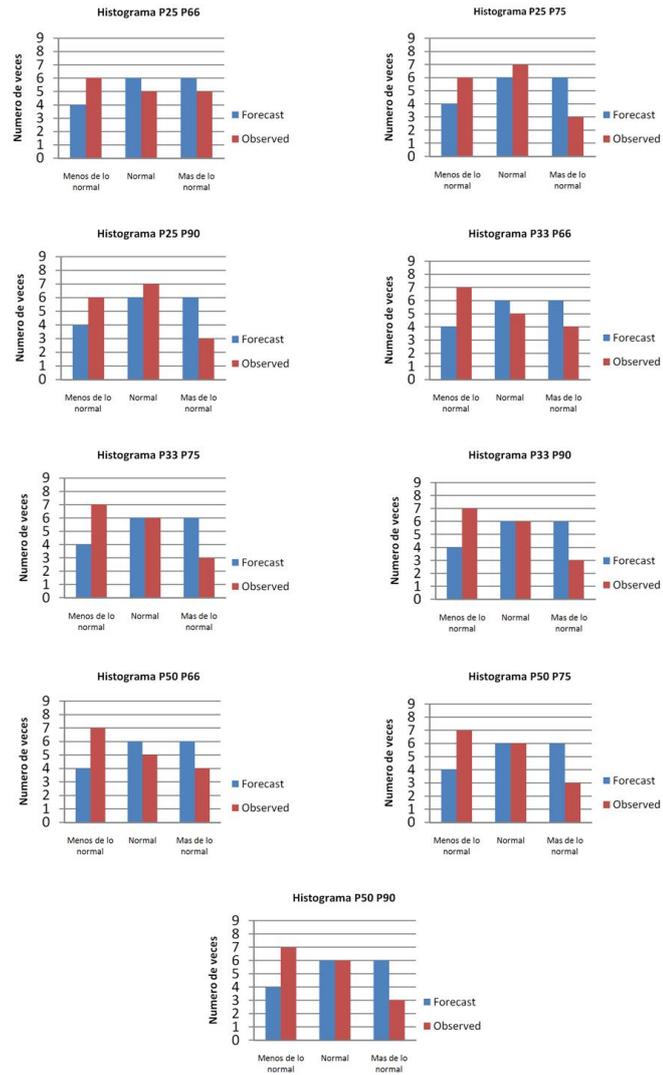


Figura 3.10: Histograma comparación precipitación y observada. Lorca 08/09 09/10

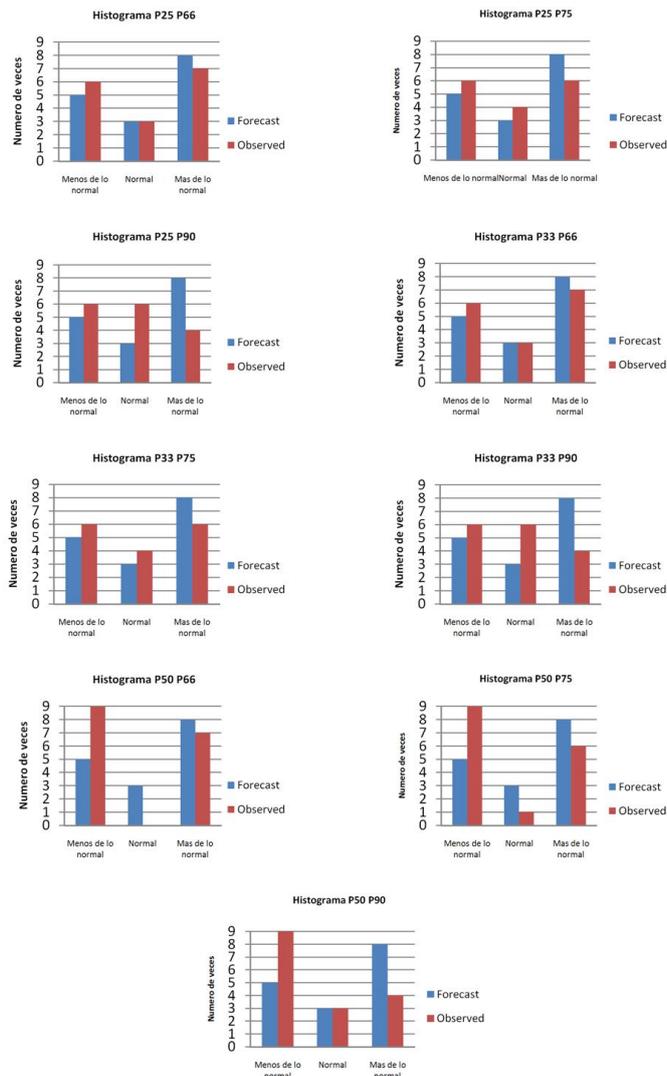


Figura 3.11: Histograma comparación precipitación predichay observada. Águilas 08/09 09/10

Tabla contingencia. Comparación precipitación. Año 08/09			
Cabañuelas 1º Cabañuelista.			
Percentiles	Coincidencias	Accuracy	HSS
P25 P66	6	0,50	0,26
P25 P75	4	0,33	0,03
P25 P90	4	0,33	0,03
P33 P66	6	0,50	0,27
P33 P75	5	0,42	0,16
P33 P90	5	0,42	0,16
P50 P66	6	0,50	0,27
P50 P75	5	0,42	0,16
P50 P90	5	0,42	0,16

Cabañuelas 2º Cabañuelista.			
Percentiles	Coincidencias	Accuracy	HSS
P25 P66	4	0,33	-0,05
P25 P75	5	0,42	0,13
P25 P90	4	0,33	0,09
P33 P66	4	0,33	-0,05
P33 P75	5	0,42	0,13
P33 P90	4	0,33	0,09
P50 P66	5	0,42	-0,06
P50 P75	6	0,50	0,14
P50 P90	5	0,42	0,11

Figura 3.12: Análisis de la predicción para precipitación 08/09

Tabla contingencia. Comparación precipitación. Año 08/09			
Cabañuelas 1º Cabañuelista.			
Pereniles	Coincidencias	Accuracy	HSS
P25 P66	6	0,50	0,26
P25 P75	4	0,33	0,03
P25 P90	4	0,33	0,03
P33 P66	6	0,50	0,27
P33 P75	5	0,42	0,16
P33 P90	5	0,42	0,16
P50 P66	6	0,50	0,27
P50 P75	5	0,42	0,16
P50 P90	5	0,42	0,16

Cabañuelas 2º Cabañuelista.			
Percentiles	Coincidencias	Accuracy	HSS
P25 P66	4	0,33	-0,05
P25 P75	5	0,42	0,13
P25 P90	4	0,33	0,09
P33 P66	4	0,33	-0,05
P33 P75	5	0,42	0,13
P33 P90	4	0,33	0,09
P50 P66	5	0,42	-0,06
P50 P75	6	0,50	0,14
P50 P90	5	0,42	0,11

Figura 3.13: Análisis de la predicción para precipitación 08/09 y 09/10

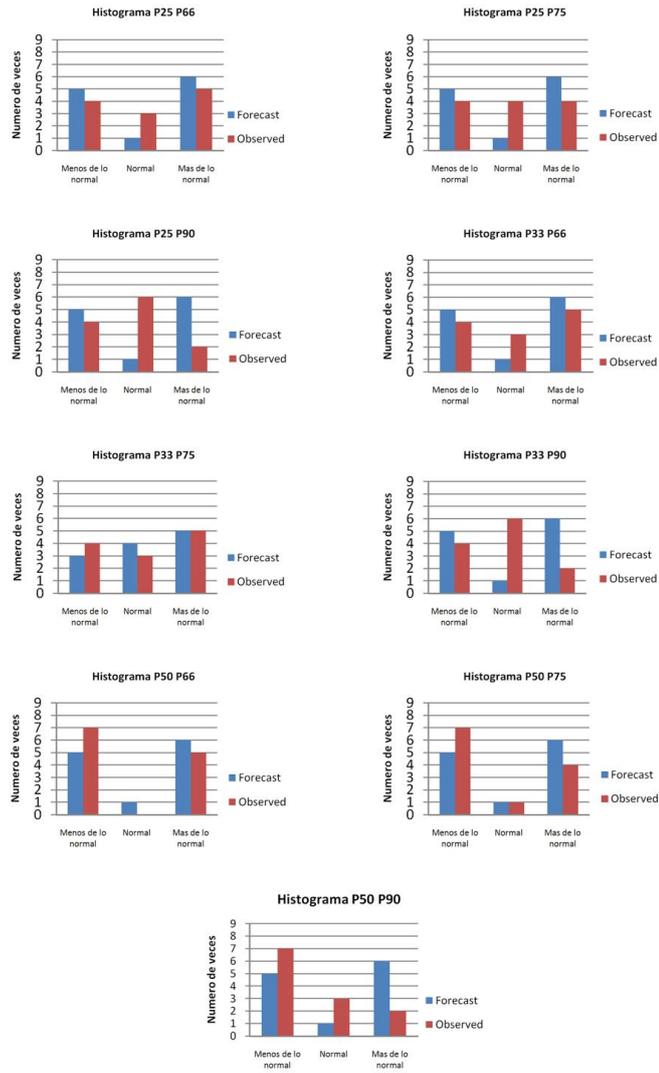


Figura 3.14: Histograma comparación días precipitación predichos y observados. Lorca 08/09

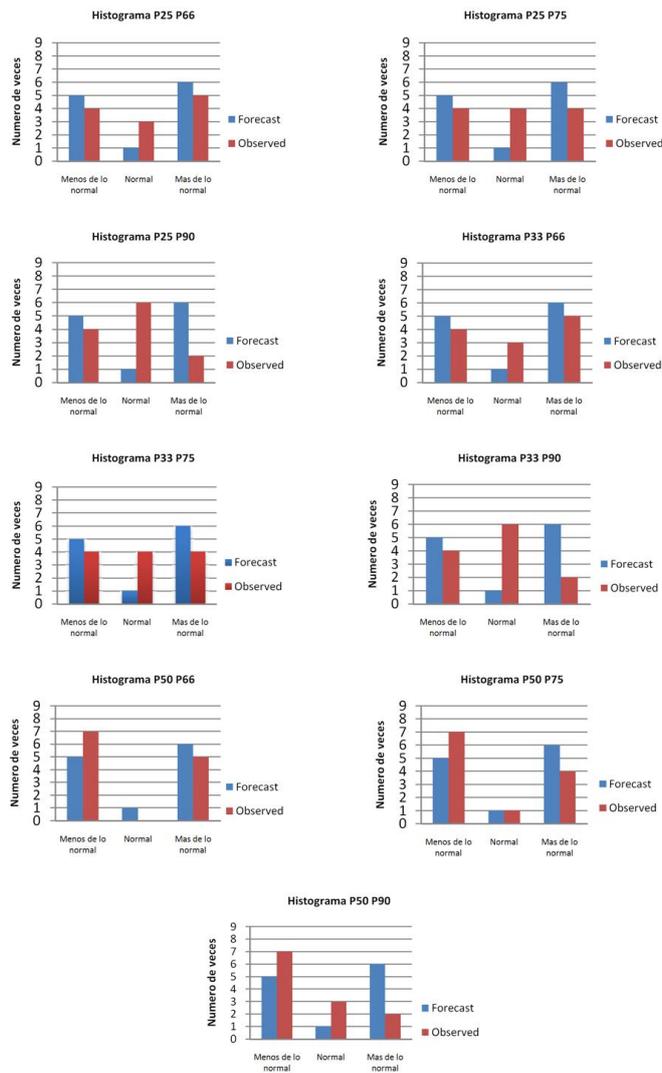


Figura 3.15: Histograma comparación días precipitación predichos y observados. Aguilas 08/09

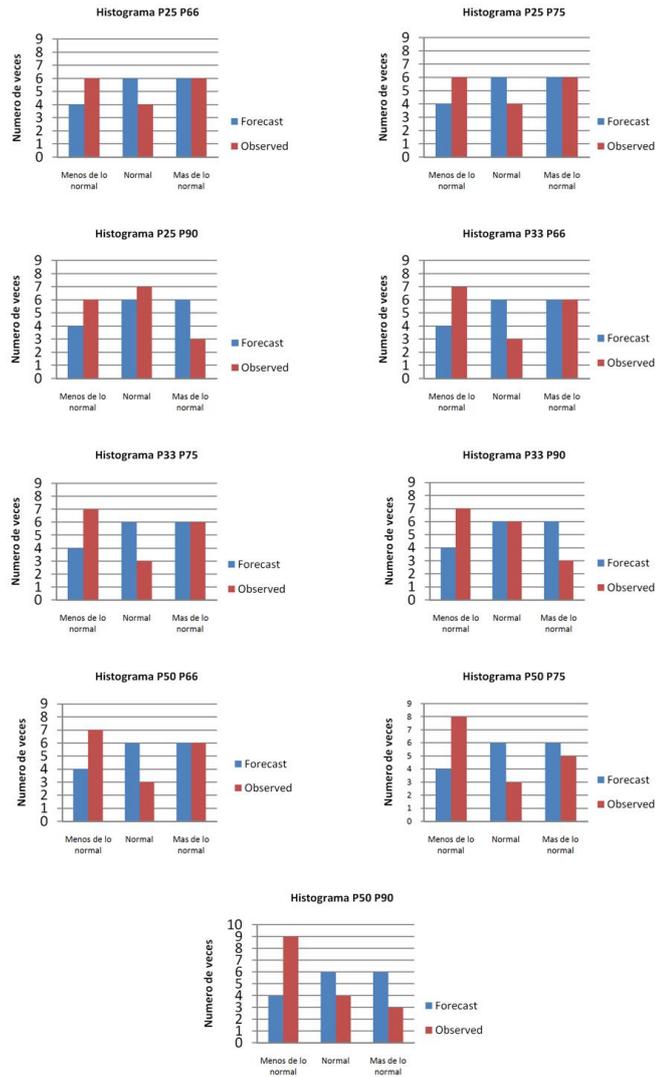


Figura 3.16: Histograma comparación días precipitación predichos y observados. Lorca 08/09 09/10

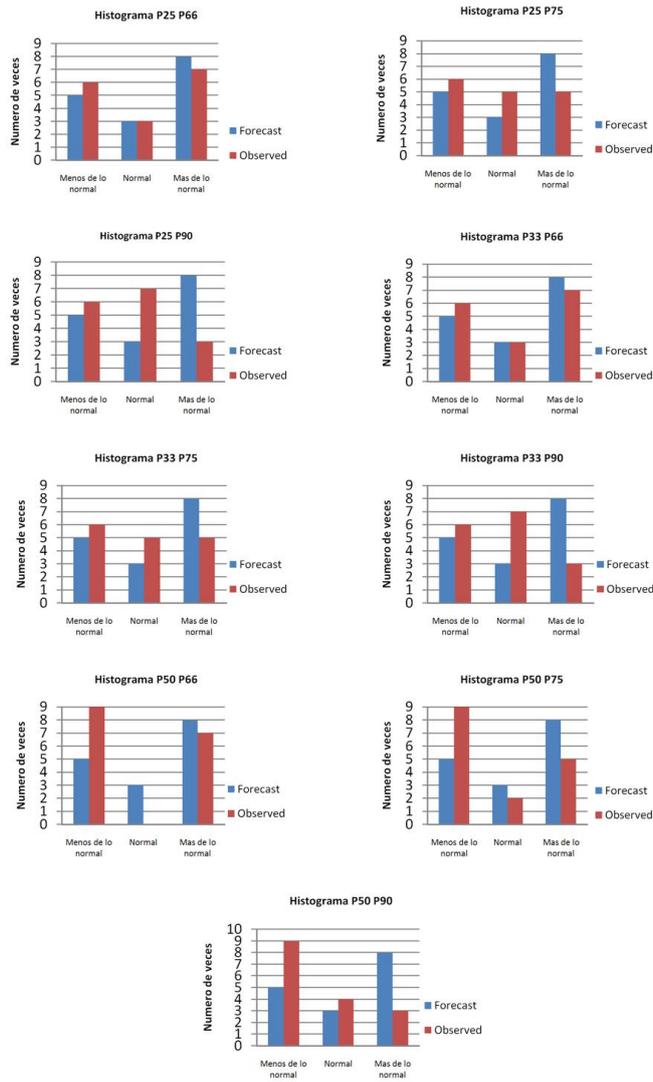


Figura 3.17: Histograma comparación días precipitación predichos y observados. Águilas. 08/09 09/10

Coincidencias, Ac y HSS número de días con precipitación.

En la Figura 3.18 vemos los resultados obtenidos para la comparación de la predicción y lo observado en base al número de días con precipitación. Observamos que los resultados indican que el número de días, en general, nos dan un mayor número de aciertos. Al igual que en el caso anterior el cabañuelista 1, obtiene mejores valores que el cabañuelista 2. Vemos que para P33 P66 y P33 P75 tienen un número de coincidencias igual a 8. El accuracy es de 66,7%. Obtiene un HSS de 0,49. También vemos que al aplicar un P33 con P66, P75, P90 los valores son mayores que para el resto de casos. Estos valores nos pueden indicar que hay cierto grado de predicción al emplear el número de días valor para dividir el tipo de meses. Al aplicar la comparación respecto a los días de lluvias el cabañuelista 2 se obtiene también mejores resultados. Obtiene un número de coincidencias de 5 e incluso de 6 para el caso de P50 P75. En este último caso vemos que el % de aciertos es de 50%. El HSS llega a 0,147, es mucho menor que en caso del 1º cabañuelista pero, puede ser indicador de una cierta precibilidad para el año 08/09.

En la Figura 3.19, el cabañuelista 1, obtiene valores que indican que el método posee algo de precibilidad. No así el método del 2º cabañuelista, que obtiene peores resultados que en las comparaciones anteriores. Vemos que cuando usamos el percentil P33 como menor, los valores que obtenemos son los más altos al igual que en la anterior comparación con los 12 meses.

El primer cabañuelista llega a obtener un total de 9 aciertos para P33 P66 y P33 P75 con un porcentaje de coincidencias de 56% aprox. Los valores de HSS y HK para estos percentiles son 0,36 y 0,38 respectivamente lo que nos indica que el método puede que contenga algo de precibilidad. Como anteriormente hemos dicho deberemos esperar a la comparación con la simulación Monte Carlo para ver qué grado de fiabilidad presenta el método.

3.4. Simulación Monte Carlo

La simulación Monte Carlo que hemos diseñado consiste en crear $1 * 10^6$ cabañuelistas, que van a hacer una predicción aleatoria durante de 16 meses y tres categorías. Con las predicciones de los cabañuelistas, calculamos la variable aleatoria Heidke skill score. Al ser una predicción aleatoria la media deberá de estar en el 0, sería el valor más probable.

En la Gráfica 3.20 vemos que el 95% del área del histograma está a la izquierda del valor 0,31. Con estos resultados podemos decir que una persona haciendo predicciones al azar, con un 95% de probabilidad, saca un valor de HSS inferior a 0,31. La probabilidad que tiene una persona de obtenga un valor de HSS superior a 0,31 debido al azar es de un 5%. La conclusión que sacamos de la simulación es que para valores de HSS superiores a 0,31, el nivel de confianza es de un 95% lo que nos haría pensar que la predicción ha sido por azar.

Al comparar los datos de los cabañuelistas, con la simulación Monte Car-

Tabla contingencia. Comparación N° días precipitación. Año 08/09			
Cabañuelas 1º Cabañuelista.			
Percentiles	Coincidencias	Accuracy	HSS
P25 P66	7	0,58	0,36
P25 P75	7	0,58	0,36
P25 P90	6	0,33	-0,05
P33 P66	8	0,67	0,49
P33 P75	8	0,67	0,49
P33 P90	7	0,58	0,39
P50 P66	6	0,50	0,24
P50 P75	6	0,50	0,26
P50 P90	6	0,45	0,20

Cabañuelas 2º Cabañuelista.			
Percentiles	Coincidencias	Accuracy	HSS
P25 P66	4	0,33	-0,05
P25 P75	5	0,42	0,13
P25 P90	4	0,33	0,09
P33 P66	4	0,33	-0,05
P33 P75	5	0,42	0,13
P33 P90	4	0,33	0,09
P50 P66	5	0,42	-0,06
P50 P75	6	0,50	0,14
P50 P90	5	0,42	0,11

Figura 3.18: Análisis de predicciones para N° días precipitación 08/09

Tabla contingencia. Comparación N° días precipitación. Año 08/09; 09/10			
Cabañuelas 1º Cabañuelista.			
Percentiles	Coincidencias	Accuracy	HSS
P25 P66	8	0,50	0,26
P25 P75	8	0,50	0,26
P25 P90	7	0,31	-0,08
P33 P66	9	0,56	0,36
P33 P75	9	0,56	0,36
P33 P90	8	0,50	0,26
P50 P66	7	0,44	0,17
P50 P75	7	0,44	0,18
P50 P90	7	0,4	0,1

Cabañuelas 2º Cabañuelista.			
Percentiles	Coincidencias	Accuracy	HSS
P25 P66	5	0,31	-0,09
P25 P75	5	0,31	-0,03
P25 P90	4	0,25	-0,06
P33 P66	5	0,31	-0,09
P33 P75	5	0,31	-0,03
P33 P90	4	0,25	-0,06
P50 P66	6	0,38	-0,03
P50 P75	6	0,38	0,03
P50 P90	5	0,31	-0,01

Figura 3.19: Análisis de predicciones para N° días precipitación 08/09 09/10

lo en el caso del Cabañuelista 1, para la predicción en base al número de días de precipitación, el HSS obtenido para P33/ P66 y P33/ P75 es de 0,5. Este resultado nos indicaría que la predicción en este caso no se debe al azar y que posee cierto grado de fiabilidad el método. También vemos que al aplicar un P33 con P66, P75, P90 los valores de HSS son tienen un nivel de confianza superior al 95 %.

Los resultados obtenidos no los podemos considerar totalmente validos ya que solo han sido favorables para uno de los cabañuelista. Además al tener un número tan reducido de meses para comparar, el cálculo del HSS no tiene el grado de fiabilidad que se desearía.

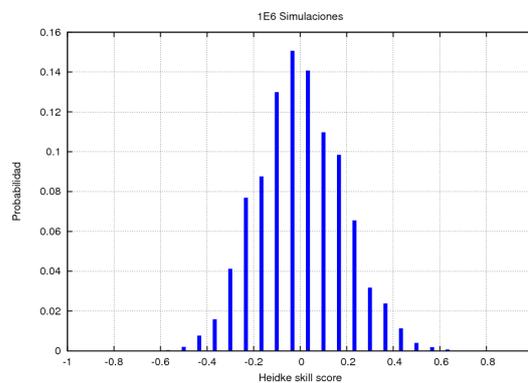


Figura 3.20: Simulación Monte Carlo 1^6 cabañuelistas para 16 meses.

Capítulo 4

Conclusiones y comentarios

Las técnicas de predicción meteorológica basadas en la observación empírica de fenómenos atmosféricos, conducta de animales, observación de astros, etc., son un legado cultural de nuestros antepasados. Merece la pena conservarlo y estudiarlo, con el fin de comprender la evolución del conocimiento en el campo de la meteorología.

Estas prácticas o costumbres tienen sus defensores y sus detractores. Muchas personas realizan cada año sus propias predicciones, ayudando a mantener este legado cultural. Sin embargo, otras personas critican que las predicciones hechas mediante estos métodos sean tomadas como fiables, argumentando que no tienen ninguna base científica.

En este trabajo se ha llevado a cabo una recopilación de las técnicas utilizadas, en la zona de Lorca, en la aplicación del método de las cabañuelas. Dicha información se ha recopilado mediante entrevistas personales con dos Cabañuelistas de la zona. El primer resultado que nos ha parecido curioso es la gran diferencia entre el método practicado en zonas muy cercanas, Lorca y Mazarrón.

Aunque la base del método aplicada por cada cabañuelista es la misma, aparecen variantes muy significativas. Hemos comprobado que aunque la zona donde se hacen las predicciones están relativamente cerca y los valores reales de precipitación media son muy parecidos, las predicciones son muy diferentes. Esto nos indica la gran subjetividad que poseen este tipo de prácticas. Hubiera sido muy interesante tener una muestra más amplia de aplicaciones del método, para investigar la diversificación que puede ocurrir en la transmisión oral del método.

El primer problema con el que nos encontramos fue la transcripción de los datos aportados por los cabañuelistas a datos cuantitativos. Dicha transformación presenta varias fases. Una primera de interpretación del lenguaje, una segunda de establecimiento de clases, y en algunos de los casos el reagrupamiento de clases. Finalmente una vez establecidas las clases, tuvimos que afrontar el problema de equipararlos con datos meteorológicos reales registrados. En este sentido se decidió llevar a cabo distintas atribuciones basándonos en la elección de distintos rangos interpercentílicos.

La razón para esto es intentar siempre ser lo más positivo posible hacia el método no científico. No obstante, los resultados obtenidos muestran que los resultados más positivos se dan en las asignaciones que a priori serían las más objetivas.

Las predicciones de los cabañuelistas se refieren fundamentalmente a la lluvia. Para evaluarla se han tenido en cuenta dos variables diferentes: la precipitación acumulada y el número de días con precipitación superior a 0.1 mm.

Para el segundo cabañuelista los índices estadísticos utilizados para comprobar la bondad de las predicciones indican que el método es equiparable a uno totalmente aleatorio. O lo que es lo mismo, no tiene capacidad predictiva alguna. Sin embargo, y sorprendentemente, para el primer cabañuelista el índice de Heidke muestra cierta capacidad predictiva, fundamentalmente en el caso del número de días de precipitación. No obstante, este alto número de aciertos puede ser fruto de la casualidad.

Para poder evaluar el nivel de confianza de las predicciones se han utilizado técnicas Monte Carlo. Los experimentos llevados a cabo han consistido en realizar miles de experimentos aleatorios simulando la tarea de los cabañuelistas. El estudio de las funciones de distribución de los índices calculados (HSS) nos permite evaluar el nivel de confianza de la capacidad predictiva obtenida en el caso del cabañuelista 1. Los resultados indican que el nivel de confianza es del 95 %.

En resumen, se puede decir que el estudio no es concluyente. Para poder llegar a resultados más clarificadores, se necesitaría un mayor número de predicciones. También sería interesante usar un mayor número de cabañuelistas, y estudiar las diferencias entre los métodos en función de las distintas zonas.

En principio, no hay ninguna relación entre la meteorología de unos pocos días al año con la de todo el año. Incluso, según conversaciones con Jon Saez, si esto sucediera, esta capacidad predictiva debería ser aplicable a cualquier día del año. Y esto quebraría algunos principios físicos fundamentales. En base a esto, otro estudio que se ha planteado, y que podría ser complementario al aquí presentado sería realizar nuestras propias predicciones en función de los datos observados y de esta manera verificar si existe alguna relación entre el tiempo observado en días con las anomalías climáticas mensuales.

Bibliografía

- [1] Gozalo de Andrés C. La Predicción del tiempo en el siglo de oro Español (s. XVI-XVII). Septiembre, 2002. www.meteored.com/ram.
- [2] Fuentes Blanc J., Fuentes Blanc A. Las cabañuelas o la predicción del tiempo en el saber popular. *NIMBUS. Revista de climatología, meteorología y paisaje*. 2003. N.º 11-12. ISSN 1139-7136. p. 151-157. www.dialnet.unirioja.es/servlet.
- [3] Baqueros Olmos A. R. Cabañuelas Y Astrometeorología. (Historia, Método y Refranero). Ediciones Fundación Caja Rural de Granada, 2009. 57p. www.astromet.webcindario.com.
- [4] Gozalo de Andrés C. Témporas Y Pronósticos. Una tradición viva en cantabria. Enero, 2004. www.meteored.com/ram.
- [5] Gozalo de Andrés C. Hablando de almanaques. Junio, 2004. www.meteored.com/ram.
- [6] Amestoy Alonso J., Amestoy García J. El arte de conocer el tiempo. *LURRALDE*. 2007. N.º 30. ISSN 1697-3070. p. 73-93. www.ingeba.org/lurralde/lurranet.
- [7] Pascual Blázquez J.L. Breve introducción a la historia de la meteorología antigua. www.astrofactoria.webcindario.com.
- [8] Pascual Blázquez J.L. Meteorología empírica. (Meteorognomía) www.astrofactoria.webcindario.com/Empirica.
- [9] Gozalo de Andrés C. Meteorología popular en la Historia de Europa. Octubre, 2009. www.meteored.com/ram.
- [10] Elordui J. ¿ Que temperatura hace? Los grillos lo saben!. Mayo, 2009. www.eitb.com/noticias/sociedad/detalle
- [11] Día de la marmota www.wikipedia.org/wiki
- [12] Gozalo de Andrés C. Sanguijuelas, ranas y misgurnos, predictores caseros del tiempo en los siglos XVIII-XIX. Octubre, 2002. www.meteored.com/ram

-
- [13] La Verdad Digital. Rutas por la región. *servicios.laverdad.es/rutas/al/al_clima*
- [14] Wikipedia. Cabañuelas. *www.es.wikipedia.org/wiki/Cabañuelas*
- [15] *www.cawcr.gov.au*. Multy category forecast. *www.cawcr.gov.au/projects/verification*
- [16] Facultad de Ciencias Exactas. Universidad Nacional de Buenos Aires. Apuntes. Operativa I. *www.exa.unicen.edu.ar*
Entrevistas realizadas.
- [17] Eusebio Navarro. Cabañuelista 2. Mazarron.
- [18] Lucas Fernandez. Cabañuelista 1. Lorca.

Apéndice **A**

Anexos

Cabañuelas 2º cabañuelista. 2008/2009													
Tornas		Para la primera comparación			Para la segunda comparación			Para la tercera comparación			Para la cuarta comparación		
2008/09	Buena												
2008/10	Regular												
2008/11	Mala	Valores			Valores			Valores			Valores		
2008/12	Mala												
2009/01	Mala												
2009/02	Regular	Muy buena	Buena	1	Muy buena	Buena	1	Muy buena	Buena	1	Muy buena	Buena	1
2009/03	No mala												
2009/04	Buena, Muy Buena	No buena	Regular	0	No buena	Regular	0	No buena	Regular	0	No buena	Regular	0
2009/05	Mala												
2009/06	Muy Buena	No mala			No mala			No mala			No mala		
2009/07	Mala												
2009/08	Mala, Mala	Mala,mala	-1		Mala,mala	-1		Mala,mala	-1		Mala,mala	-1	
Retornas		Cabañuelas 08/09			Cabañuelas 08/09			Cabañuelas 08/09			Cabañuelas 08/09		
2008/09	Buena	2008/09	Buena	1	2008/09	Buena	1	2008/09	Buena	1	2008/09	Buena	1
2008/10	Buena	2008/10	No buena	0	2008/10	No buena	1	2008/10	No buena	0	2008/10	No buena	1
2008/11	Regular	2008/11	No mala	0	2008/11	No mala	-1	2008/11	No mala	0	2008/11	No mala	0
2008/12	Muy Buena	2008/12	No buena	0	2008/12	No buena	1	2008/12	No buena	0	2008/12	No buena	1
2009/01	Buena	2009/01	Regular	0	2009/01	Regular	0	2009/01	Regular	0	2009/01	Regular	1
2009/02	Buena	2009/02	No Buena	0	2009/02	No Buena	1	2009/02	No Buena	0	2009/02	No Buena	1
2009/03	Mala	2009/03	No mala	0	2009/03	No mala	-1	2009/03	No mala	0	2009/03	No mala	0
2009/04	No Buena	2009/04	Buena	1	2009/04	Buena	1	2009/04	Buena	1	2009/04	Buena	1
2009/05	Mala	2009/05	Mala	-1	2009/05	Mala	-1	2009/05	Mala	0	2009/05	Mala	0
2009/06	Buena	2009/06	Buena	1	2009/06	Buena	1	2009/06	Buena	1	2009/06	Buena	1
2009/07	Regular	2009/07	No mala	0	2009/07	No mala	-1	2009/07	No mala	0	2009/07	No mala	0
2009/08	No Mala	2009/08	No mala	0	2009/08	No mala	-1	2009/08	No mala	0	2009/08	No mala	0

Figura A.1: Escenarios para elecció n de predicció n 08/09

Cabañuelas 2º cabañuelista. 2009/2010													
Tornas		Para la primera comparación			Para la segunda comparación			Para la tercera comparación			Para la cuarta comparación		
2009/09	Buena												
2009/10	Buena												
2009/11	Regular	Valores			Valores			Valores			Valores		
2009/12	Regular												
2010/01	Buena												
2010/02	Buena	Muy buena	Buena	1	Muy buena	Buena	1	Muy buena	Buena	1	Muy buena	Buena	1
2010/03	No mala												
2010/04	Buena	No buena	Regular	0	No buena	Regular	0	No buena	Regular	0	No buena	Regular	0
2010/05	Regular												
2010/06	No buena	No mala			No mala			No mala			No mala		
2010/07	Regular												
2010/08	No Mala	Mala,mala	-1		Mala,mala	-1		Mala,mala	-1		Mala,mala	-1	
Retornas		Cabañuelas 2009/2010			Cabañuelas 08/09			Cabañuelas 08/09			Cabañuelas 08/09		
2009/09	Mala	2009/09	Regular	0	2009/09	Regular	0	2009/09	Regular	1	2009/09	Regular	1
2009/10	Regular	2009/10	No buena	0	2009/10	No buena	1	2009/10	No buena	0	2009/10	No buena	0
2009/11	No Buena	2009/11	Regular	0	2009/11	Regular	0	2009/11	Regular	0	2009/11	Regular	0
2009/12	Buena	2009/12	No buena	0	2009/12	No buena	1	2009/12	No buena	0	2009/12	No buena	1
2010/01	Mala	2010/01	Regular	0	2010/01	Regular	0	2010/01	Regular	0	2010/01	Regular	1
2010/02	No buena	2010/02	No buena	0	2010/02	No buena	1	2010/02	No buena	0	2010/02	No buena	1
2010/03	Mala	2010/03	Mala	-1	2010/03	Mala	-1	2010/03	Mala	0	2010/03	Mala	0
2010/04	No Mala	2010/04	Regular	0	2010/04	Regular	0	2010/04	Regular	1	2010/04	Regular	1
2010/05	Mala	2010/05	No mala	0	2010/05	No mala	-1	2010/05	No mala	0	2010/05	No mala	0
2010/06	Mala	2010/06	No mala	0	2010/06	No mala	-1	2010/06	No mala	1	2010/06	No mala	1
2010/07	Mala	2010/07	No mala	0	2010/07	No mala	-1	2010/07	No mala	0	2010/07	No mala	0
2010/08	Buena	2010/08	Regular	0	2010/08	Regular	0	2010/08	Regular	0	2010/08	Regular	0

Figura A.2: Escenarios para elecció n de predicció n 09/10

Año observación, Agosto 2008.	Meses de la predicción	AGOS.	SEPT.	OCTU.	NOVIE.	DICIE.	ENER.	FEBRE.	MARZ.	ABRI.	MAY.	JUN.	JUL.
	Días	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Año observación, Agosto 2008.	Observación de las tornas	Calor despejado, aire poniente	despejado por la mañana y bastante calor	calor alto	Mucho calor.	Calor, sobre 38°C	Mucho calor	Mucho calor	Mucho calor, bastante humedad por la noche, algunas nubes	Calor alto y bastante humedad	Calor alto y bastante húmeda	Calor	Calor
	Días	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13
	Observación de las Retornas	Hº y mucha niebla por la mañana	Temperatura normal, alta y despejado	Calor, y bastante humedad. Han caído unas gotas por la tarde 18:00 h	Calor, húmeda y nublado por la mañana	calor medio despejado	Nublado tarde, calor normal	Calor alto, algo de nubes y humedad alta mañana	Día caluroso alto y despejado	Día caluroso medio alto y despejado	Calor baja	Baja la Tº un poco	Calor y bastante Hº

Figura A.3: Observaciones hechas por el cabauelista 1. Agosto 08

Año observación, Agosto 2009.	Meses de la predicción	AGOS.	SEPT.	OCTU.	NOVIE.	DICIE.	ENER.	FEBRE.	MARZ.	ABRI.	MAY.	JUN.	JUL.
	Días	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Año observación, Agosto 2009.	Observación de las tornas	Una poca de humedad por la mañana con bruma y calor medio.	Día despejado. Nubosidad baja a principio de tarde. Calor medio alto.	Día despejado poca humedad y calor medio alto	Por la mañana nublada y bastante humedad. Resto del día algo de humedad y calor. Madrugada refresco un poquito	Mañana menos calor y despejado.	Temperatura normal de la fecha nada de particular.	Mañana Tº media baja. Tarde noche algo de nubes y de humedad.	Mañana hasta las 10 nubes altas y algo de humedad. Resto del día también nubes y humedad, calor medio.	Nubes todo el día y calor suave. Por la tarde 19 hrs una pequeñísima precipitación	Mañana nublado humedad y bastante calor, resto del día y noche muy nublado. Gran tormenta granizada en pedanías altas.	Mañana muy nublado calor medio bajo llovió a 12 h, a partir de la lluvia despejo bastante. Algunas nubes, reto día	Mañana despejado y poco calor
	Días	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13
	Observación de las Retornas	Tº media baja y despejado.	Temperatura normal, alta y despejado.	Temperatura normal, alta.	Temperatura normal y despejado.	Calor medio despejado.	Despejado y Tº Normal.	Día Caluroso medio y despajado	Día caluroso alto y despejado	Día caluroso medio alto y despejado	Día caluroso medio alto y despejado	Día caluroso medio alto despejado	Aumento de Tº sin ser muy alta 36º y cielo despejado

Figura A.4: Observaciones hechas por el cabauelista 2. Agosto 09

Cabañuela Lorca 2008/2009

Año	Predicción
2008/09	Normal
2008/10	Lluviosa
2008/11	Lluviosa
2008/12	Poco Lluviosa
2009/01	Normal
2009/02	Normal
2009/03	Lluviosa
2009/04	Lluviosa
2009/05	Normal
2009/06	Poco Lluviosa
2009/07	Poco Lluviosa
2009/08	Lluviosa

Cabañuelas Lorca 2009/2010

Año	Predicción
2009/09	Normal
2009/10	Lluvioso
2009/11	Normal
2009/12	Poco Lluviosa
2010/01	Poco Lluviosa
2010/02	Normal
2010/03	Normal
2010/04	Normal
2010/05	Normal
2010/06	Poco Lluviosa
2010/07	Poco Lluviosa
2010/08	Normal

Figura A.5: Cabañuelas Lorca 08/09

2º Cabañuelista. 2008/2009			
Tornas		Retornas	
2008/09	Buena	2008/09	Buena
2008/10	Regular	2008/10	Buena
2008/11	Mala	2008/11	Regular
2008/12	Mala	2008/12	Muy Buena
2009/01	Mala	2009/01	Buena
2009/02	Regular	2009/02	Buena
2009/03	No mala	2009/03	Mala
2009/04	Buena, Muy	2009/04	No Buena
2009/05	Mala	2009/05	Mala
2009/06	Muy Buena	2009/06	Buena
2009/07	Mala	2009/07	Regular
2009/08	Mala, Mala	2009/08	No Mala

Figura A.6: Cabauelas Mazarron 08/09

2º Cabañuelista. 2009/2010			
Tornas		Retornas	
2009/09	Buena	2009/09	Malas
2009/10	Buena	2009/10	Regular
2009/11	Regular	2009/11	No Buena
2009/12	Regular	2009/12	Buena
2010/01	Buena	2010/01	Malas
2010/02	Buena	2010/02	No Buena
2010/03	No Mala	2010/03	Malas
2010/04	Buena	2010/04	No Malas
2010/05	Regular	2010/05	Malas
2010/06	No Buena	2010/06	Malas
2010/07	Regular	2010/07	Malas
2010/08	No Mala	2010/08	Buena

Figura A.7: Cabauelas Mazarron 09/10