



## **ANEJO IV. Estudio Climatológico**





## Contenido

1	OBJETO DE ESTUDIO .....	4
2	MARCO GEOGRÁFICO Y ATMOSFÉRICO.....	4
3	ELEMENTOS DEL CLIMA .....	5
3.1	RADIACIÓN, INSOLACIÓN Y NUBOSIDAD .....	5
3.2	PRECIPITACIÓN.....	7
3.3	NIEVE.....	8
3.4	GRANIZO Y CONVECCIÓN SEVERA .....	9
3.5	SEQUÍA .....	11
3.6	TEMPERATURA MEDIA.....	11
3.7	HELADAS .....	13
3.8	EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL .....	14
3.9	BALANCE HÍDRICO.....	16
3.10	ARIDEZ.....	17
3.11	VIENTO .....	18
4	CLASIFICACIÓN DEL CLIMA.....	20
5	BIBLIOGRAFÍA.....	21



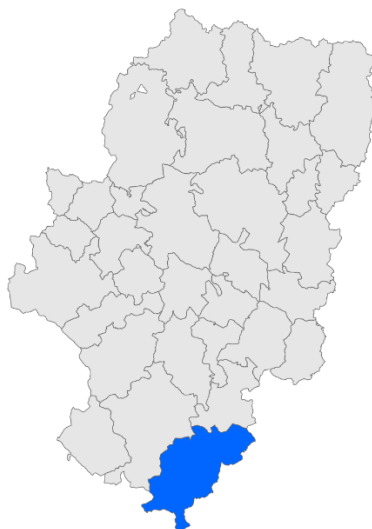
## 1 OBJETO DE ESTUDIO

El fin de este estudio es para obtener un mejor conocimiento de las condiciones climatológicas en la zona de estudio, al noroeste del municipio de Sarrión en la provincia de Teruel. Con ello obtenemos los datos necesarios para la estimación de caudales para los posteriores estudios hidráulico e hidrológico.

## 2 MARCO GEOGRÁFICO Y ATMOSFÉRICO

Como bien se ha comentado en el apartado anterior, la zona de estudio se encuentra al noroeste del municipio de Sarrión, concretamente en el PK 83+000 de la N-234 y junto a la salida 81 de la A-23. Dicha población pertenece a la comarca Gúdar-Javalambre ubicada al sureste de la provincia de Teruel en la comunidad autónoma de Aragón.

La comarca limita por el sur y este con la provincia de Castellón. El río Villahermosa divide la comarca en dos sierras, Sierra de Gúdar y la Sierra de Javalambre con altitudes máximas en torno a los 2.020msnm. Sin embargo, el municipio de Sarrión se encuentra a 991 msnm.



*Fig. Comarca Gúdar-Javalambre en Aragón*

*Fuente: Atlas Climático de Aragón*

Así, en el territorio aragonés, al igual que en cierto modo ocurre en buena parte del espacio peninsular español, se registra, sobre todo en verano y en menor medida en invierno, la presencia de anticiclones cálidos subtropicales y de otros fríos de origen continental, que tienden a crear un tiempo estable. En cambio, durante la primavera y el otoño encuentran un camino de penetración más fácil las borrascas del frente polar, que son las responsables del tiempo más inestable y lluvioso de estas dos estaciones. («Atlas Climático de Aragón. Gobierno de Aragón», s. f., p. 15)



### 3 ELEMENTOS DEL CLIMA

Los datos obtenidos para realizar este apartado han sido obtenidos del “Atlas climático Ibérico” elaborado por la colaboración entre la AEMET (Agencia Estatal de Meteorología), organismo perteneciente al Ministerio para la Transición Ecológica, y del Instituto de Meteorología de Portugal elaborando un único atlas para toda la Península. Además, para obtener datos específicos de la zona de estudio se ha recurrido al “Atlas Climático de Aragón” elaborado por el Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón.

En el clima los fenómenos interesan por su duración o persistencia y por su repetición y se caracterizan por valores medios, variaciones y probabilidades de producirse valores extremos, en relación a los diversos elementos climáticos. Por eso, el clima se caracteriza por valores medios, máximos, mínimos, cuantiles, distribuciones de probabilidad, etc., de las magnitudes más adecuadas para efectuar esa síntesis (Meteorología, s. f., p. 15).

La recopilación de los datos climáticos se realiza mediante Estaciones Automáticas ya que la AEMET cuenta con 109 estaciones principales, 766 estaciones meteorológicas automáticas, 1.276 estaciones termométricas y 2.472 estaciones pluviométricas.

Para la elaboración del “Atlas Climático de Aragón” se han utilizado la red de observatorios del INM (Instituto Nacional de Meteorología en la Comunidad de Aragón, contando con 419 estaciones que toman datos de precipitación y temperatura simultáneamente.

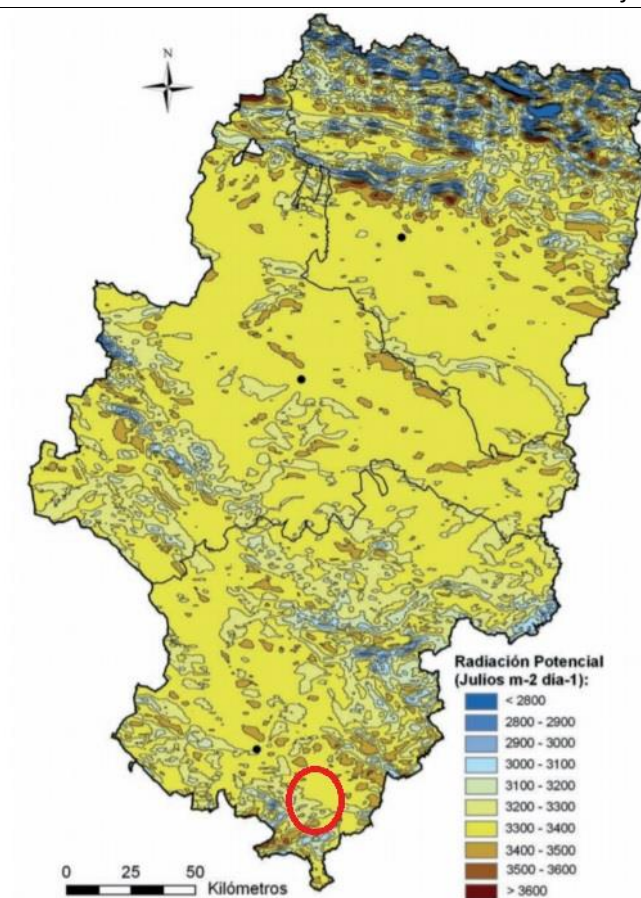
La OMM (Organización Mundial de Meteorología) ha establecido un periodo de 30 años para que los datos sobre clima sean compatibles y comparables en todo el planeta. La información que contienen las tablas de valores normales depende de las observaciones disponibles de cada estación meteorológica desde el 1971 hasta el año 2000 y puede agruparse en tres grupos:

- Valores medios mensuales de variables observadas (temperatura, humedad, precipitación, radiación solar y evaporación).
- Estadísticas de la velocidad del viento (velocidad media y frecuencia para cada dirección).
- Número medio de días en que se han observado determinadas condiciones meteorológicas (ej. viento fuerte, precipitación intensa, nieblas, heladas, etc.).

#### 3.1 RADIACIÓN, INSOLACIÓN Y NUBOSIDAD

Los datos de estas variables se recogen en pocos observatorios lo que dificulta la realización de cartografías adecuadas.

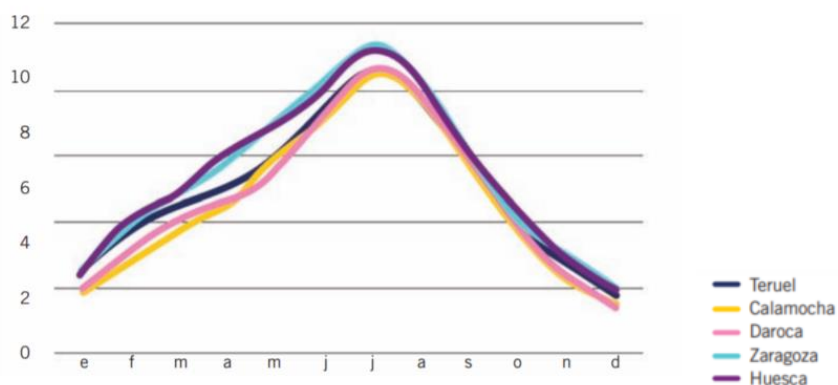
Para la radiación se obtienen mapas mediante modelos digitales de elevaciones, en el cual podemos observar que la radiación en Aragón oscila entre 2.800 J/m<sup>2</sup>/día y 3.600 J/m<sup>2</sup>/día. Concretamente en la zona del área de servicio podemos observar una oscilación entre 3200 y 3400 J/m<sup>2</sup>/día



*Fig. Radiación potencial*

*Fuente: Atlas Climático de Aragón*

En el caso de la nubosidad los datos son obtenidos de las estaciones meteorológicas de Zaragoza, Huesca, Teruel, Calamocha y Daroca. De manera general, en Teruel, el número de horas de sol en invierno está alrededor de 4 horas, mientras que en verano supera 10 horas.



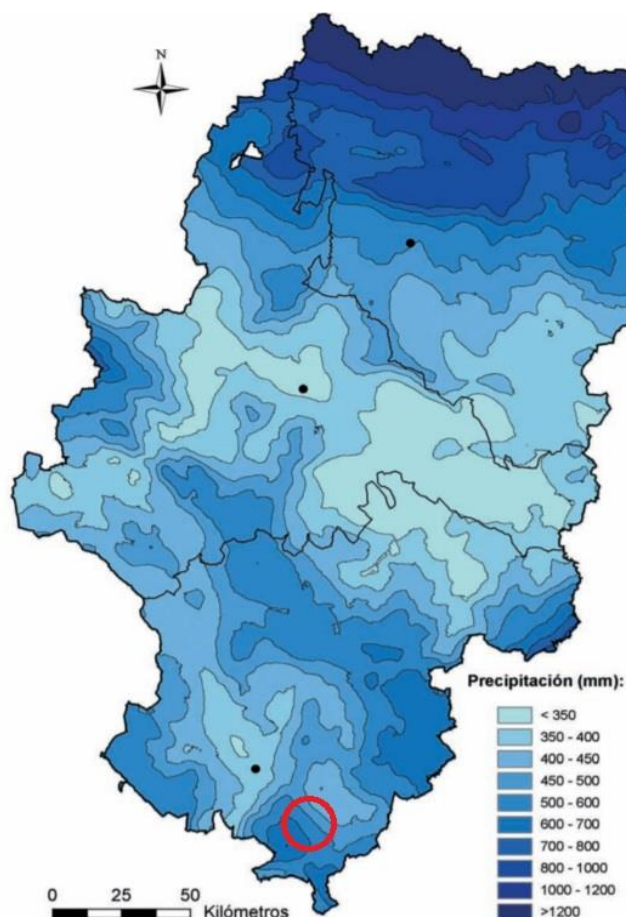
*Fig. Promedio mensual del nº de horas de sol reales a lo largo del día*

*Fuente: Atlas Climático de Aragón*



### 3.2 PRECIPITACIÓN

La distribución espacial de las precipitaciones en Aragón refleja dos hechos relevantes: la dificultad de penetración de los frentes atmosféricos y la dependencia constante de la topografía. («Atlas Climático de Aragón. Gobierno de Aragón», s. f., p. 39)



*Fig. Precipitación total anual*

*Fuente: Atlas Climático de Aragón*

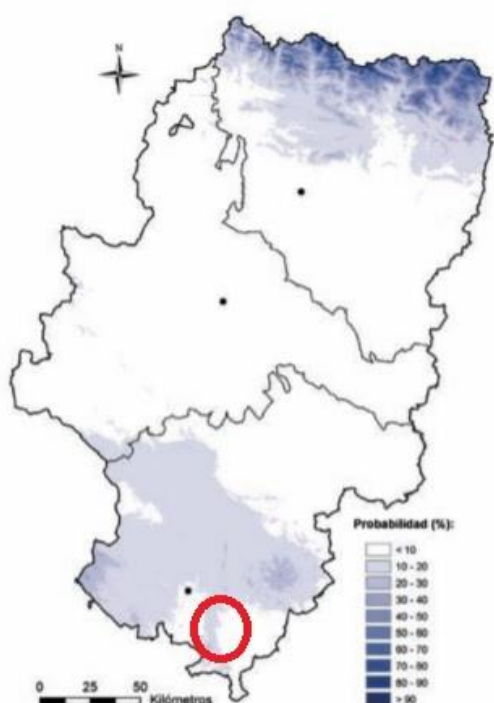
En la Comunidad Autónoma de Aragón la precipitación total anual media asciende a 548,8 mm, aunque según en la imagen anterior, en la zona de Sarrión varía entre 450 y 600 mm.

El verano es pobre en lluvias donde se recoge entre el 10-15% respecto al total anual. En los meses de octubre y noviembre aumentan las precipitaciones debido a la entrada de temporales por el oeste y una intensa actividad ciclónica en el Mediterráneo con aguaceros de 100mm en 24 horas. En invierno las lluvias suponen el 20-25% de las lluvias totales anuales. La entrada de la primavera suele ser un período de fuertes contrastes, donde alternan de forma desordenada tiempos calmados y soleados con tiempos perturbados e inestables, llegando a tener lluvias elevadas.

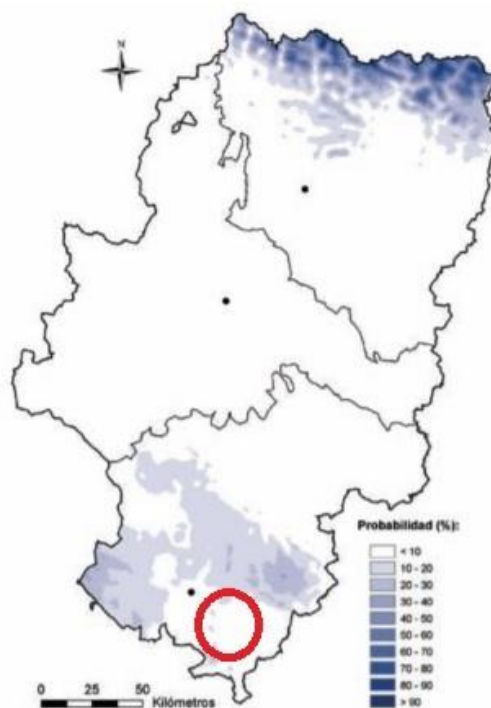


### 3.3 NIEVE

La información respecto a este elemento del clima resulta escasa por la dificultad en obtener buenos registros durante un periodo de tiempo considerable debido al mal acceso a las estaciones nivometeorológicas. En la mayor parte de Aragón la probabilidad de que se acumule la nieve es inferior al 10%, y como podemos observar en las siguientes imágenes, en la zona de estudio hay una baja probabilidad (entre el 10-20%) de acumulación de nieve en el mes de enero, y se reduce, hasta hacerse nula en los siguientes meses. Además, el espesor acumulando nunca llega a superar los 10 centímetros, por lo que la nieve en la zona no supone problemas para el tráfico.



Enero



Marzo





Abril

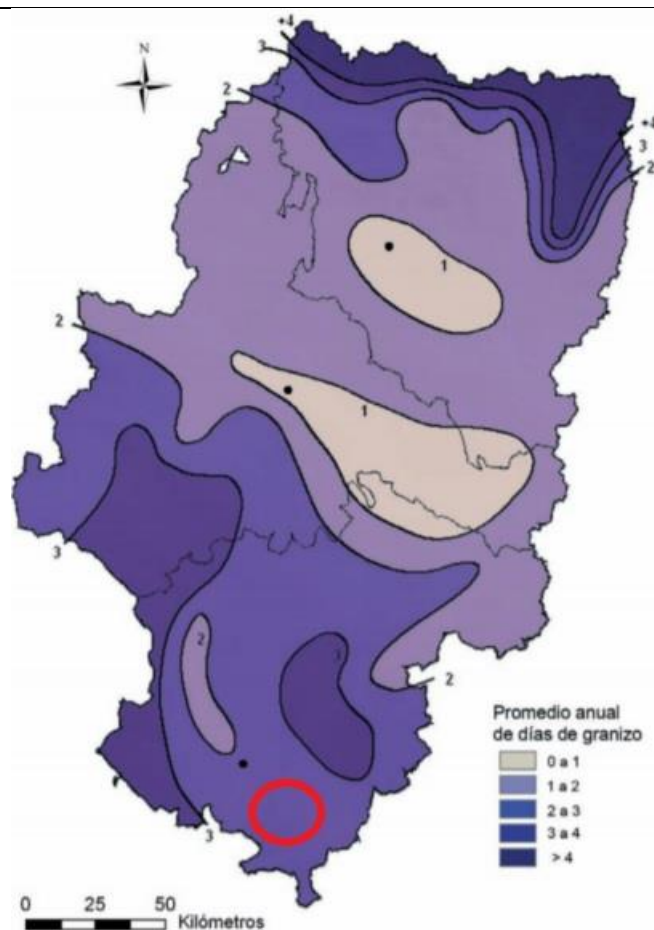
*Fig. Probabilidad de acumulación de nieve*

*Fuente: Atlas Climático de Aragón*

### 3.4 GRANIZO Y CONVECCIÓN SEVERA

De manera muy escueta para que se produzca la formación del granizo, hay partículas sólidas que los vientos ascendentes arrastran hacia el interior del cumulonimbus (son nubes de gran desarrollo vertical de hasta 14km), donde se les adhieren partículas de agua. A medida que estas partículas ascienden, la temperatura baja y se produce el congelamiento. Ya formado el granizo, cuando alcanza el sector superior del cumulonimbus cae hacia la superficie por su peso.

Al ser un fenómeno local su presencia en un mismo lugar puede ser de días o años, es muy variable. Los datos del INM (Instituto Nacional de Meteorología) presentan una distribución de un día de granizo de media al año. Existe una clara tendencia a la presencia de granizo en verano o a principios de otoño.



*Fig. Nº de días de granizo promedio al año*

*Fuente: Atlas Climático de Aragón*

Las supercélulas son sistemas convectivos que pueden alcanzar grandes dimensiones, del orden del centenar de Km en la horizontal y 15 Km o más en la vertical. Su principal característica es que las corrientes convectivas alcanzan un alto grado de organización, lo que permite a la célula mantenerse activa durante más tiempo, llegando a producir tornados. («Atlas Climático de Aragón. Gobierno de Aragón», s. f., p. 78)

Los problemas originados por los tornados pueden ser graves debido a la alta velocidad del viento y al efecto de succión que genera. La escala Fujita clasifica los tornados en intensidad, dando 6 niveles (F0-F5) que van desde los 64 km/h hasta los 420km/h.

En la Provincia de Teruel se han generado varios tornados, siendo el más severo de categoría F3, con una longitud de 10 km y una anchura de hasta 300 m.



### 3.5 SEQUÍA

Anomalía climatológica caracterizada por un periodo de tiempo, más o menos prolongado, con valores de precipitación inferiores a los normales del área. Según el tipo de afección las sequías pueden ser:

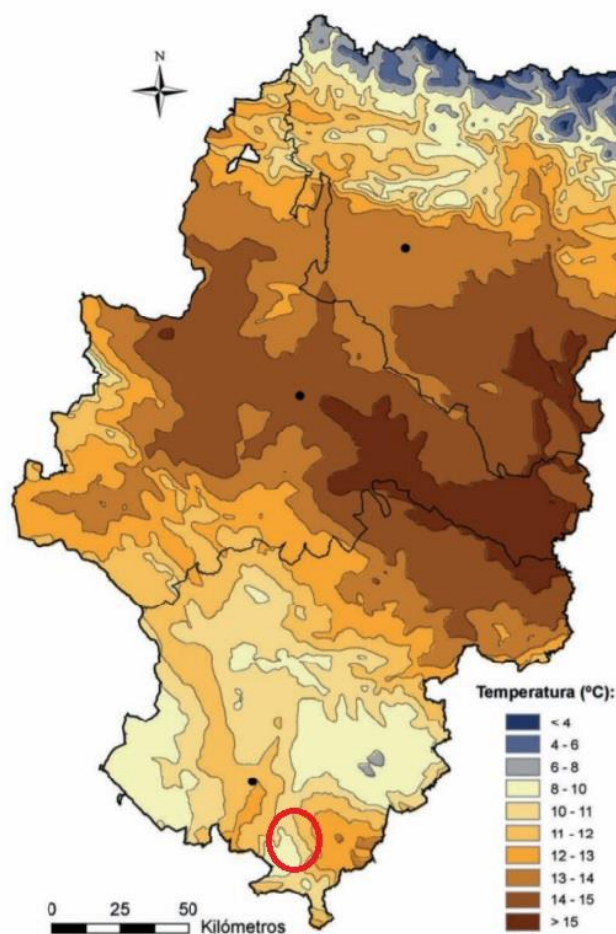
- Sequía meteorológica: Cuando se produce una escasez continuada de las precipitaciones. Esto da lugar al resto de tipos de sequía.
- Sequía hidrológica: Comienza una disminución en la disponibilidad de agua tanto superficial como subterránea durante un plazo de tiempo dado respecto a valores normales. Pueden comenzar los problemas para abastecer la demanda de agua al completo.
- Sequía agrícola: Déficit de humedad en una zona de cultivo que impide satisfacer sus necesidades. Varía en función del tipo de cultivo.
- Sequía socioeconómica: Cuando la falta de agua comienza a afectar a la población y no permite el correcto funcionamiento de la actividad económica de la zona debido a la sequía.

En Aragón las sequías tienen gran afección en las áreas con precipitación inferior a 500mm, pero como las sequías y variabilidad pluviométrica son características naturales del clima regional pueden llegar a ser un riesgo socioeconómico y ambiental.

Los datos de la región (entre los años 1950-2000) ofrecen que los periodos de mayor sequía fueron entre 1952 y 1958, 1985 y 1988 o entre 1993 y 1995. La sequía de la década de los 90 afectó en mayor medida a la provincia de Teruel.

### 3.6 TEMPERATURA MEDIA

En Aragón las temperaturas medias anuales son relativamente elevadas. La temperatura media en la región es de 12.3°C, teniendo en cuenta que en la región se encuentra parte de Pirineos y Sistema Ibérico. Como podemos apreciar en la siguiente imagen, en la zona de Sarrión la temperatura media anual está entre 10 y 12°C



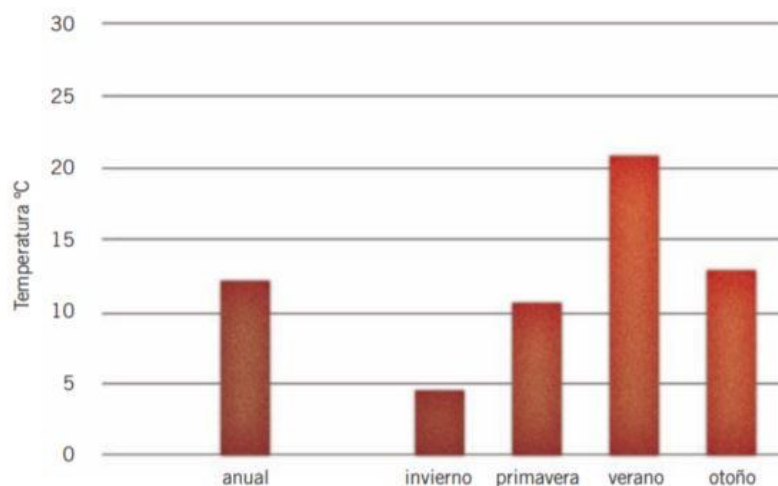
*Fig. Temperatura media anual*

*Fuente: Atlas Climático de Aragón*

Para tener una mejor idea de las características climáticas de la zona es mejor observar los valores de durante el año, a una escala estacional. Como vemos en la imagen a continuación, en Aragón existe un gran contraste térmico entre el invierno y el verano, siendo la temperatura máxima media superior a 20°C y la mínima media es inferior a 5°C.

En verano la temperatura media en la zona de Sarrión se encuentra en torno a los 18°C, llegando a superar los 39°C de temperatura máxima en las proximidades a Teruel. En el comienzo del otoño se suavizan las temperaturas llegando a bajar la media a 12°C. En los meses de invierno suele haber estabilidad anticiclónica con días soleados y fuertes heladas por las noches, dando en nuestra zona de estudio una temperatura media entre 3-5°C. Destacar que la temperatura mínima absoluta registrada en Teruel es de -19°C.

La estabilidad atmosférica presente en abril hace presente las heladas nocturnas al comienzo de la primavera en casi toda la región. En esta fecha en Sarrión la temperatura media oscila entre 8 a 10°C



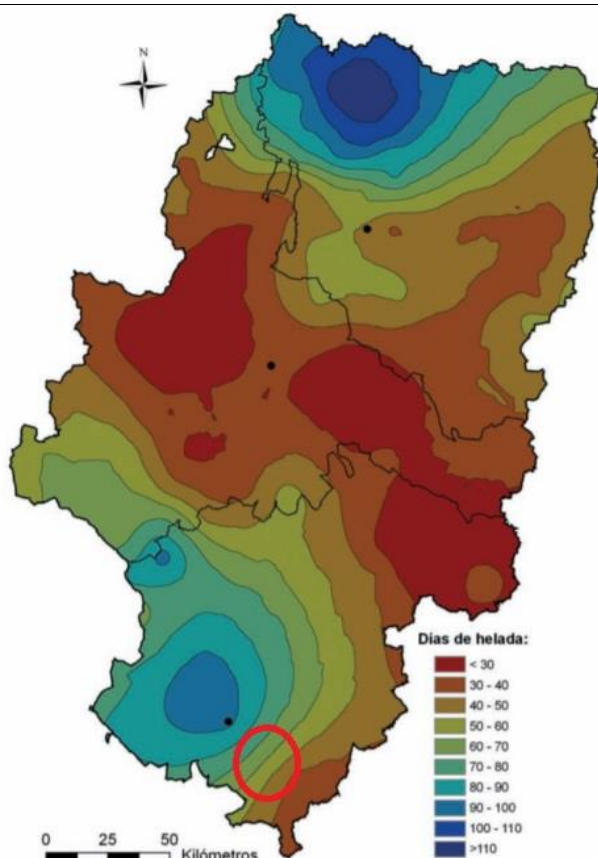
*Fig. Temperatura media anual y estacional de Aragón*

*Fuente: Atlas Climático de Aragón*

Durante el siglo XX se ha presenciado un ligero aumento de las temperaturas a nivel planetario, habiendo zonas más acusadas que otras. Los datos disponibles para su correcto análisis en Aragón abarcan toda la segunda mitad del siglo pasado. Con ello podemos ver un incremento de entre 0.1 y 0.2°C/década, según la zona, dando a un incremento en 50 años de entre 0.5 y 1°C

### 3.7 HELADAS

Como vemos en la imagen de abajo en la comunidad de Aragón hiela todos los años, habiendo zonas, sobre todo la pirenaica donde lo hace mucha mayor medida respecto a otras zonas. Nuestra zona de estudio sufre entre 50 y 70 días promedio de helada, por lo que es un aspecto a tener en cuenta, ya que el agua presente en el suelo del área de servicio puede llegar a congelarse.



*Fig. Promedio de días de helada*

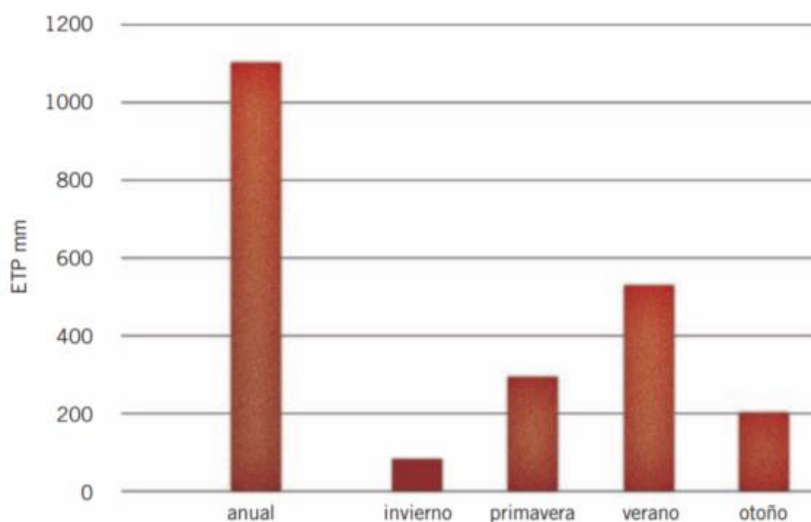
*Fuente: Atlas Climático de Aragón*

### 3.8 EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL

Como hemos visto anteriormente, el clima de Aragón es seco y no solo es por las lluvias, sino también por la evapotranspiración o pérdida de humedad del suelo y transpiración de las plantas. Existen dos conceptos de evapotranspiración: la real (ETR), que depende únicamente de la disponibilidad de agua en el territorio limitando la evapotranspiración, y la potencial (ETP), sería el supuesto en el que no existan límites en el suministro de agua.

Los factores que interviene en el proceso son varios pero para cuantificarlos en un valor hemos optado por la ecuación de Hargreaves que sólo toma los valores de temperatura máxima y mínima diaria y radiación potencial.

A nivel estacional prácticamente la mitad de la ETP calculada para el conjunto de Aragón se produciría en los meses de verano, en concreto un 47,8 % (532,9 mm). Frente a ese dato, los 82 mm calculados como ETP media para Aragón en invierno representarían sólo el 7,4 % del total anual. («Atlas Climático de Aragón. Gobierno de Aragón», s. f., p. 131)

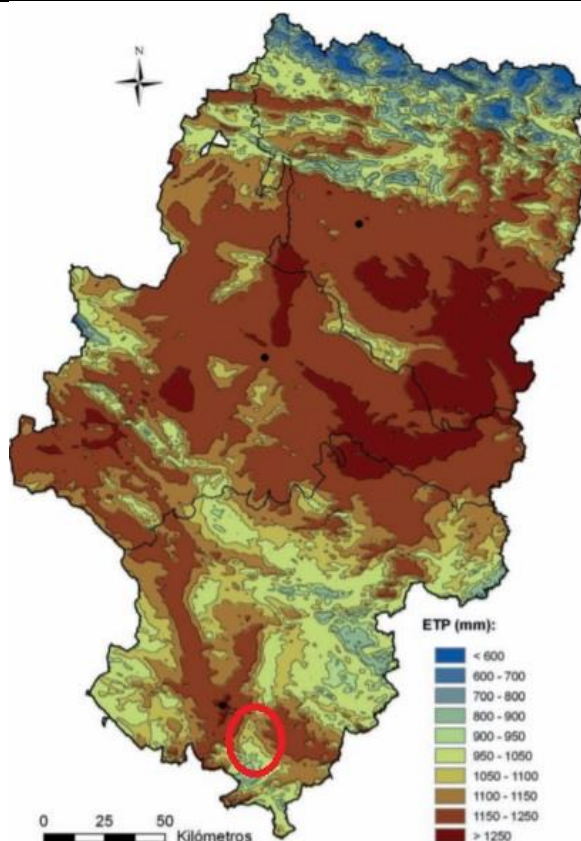


*Fig. Valores medios de la ETP anual y estacional (en mm)*

*Fuente: Atlas Climático de Aragón*

La zona de Sarrión sufre una ETP media anual entre 1000 y 1150 mm siendo de las más altas en la Región. Como hemos visto anteriormente en toda la comunidad de Aragón, la mayor cantidad de ETP se produce en los meses de verano, alcanzado valores de 520mm. Sin embargo, en invierno rara vez supera los 70 mm. Comparando los meses de primavera y otoño, en el primer caso se produce una ligera mayor ETP respecto al otoño, con valores en torno a 250 mm y a 190 mm respectivamente.





*Fig. ETP anual en Aragón*

*Fuente: Atlas Climático de Aragón*

### 3.9 BALANCE HÍDRICO

Relacionando la ETP y las precipitaciones obtenemos el balance hídrico para conocer la relación existente entre la entrada de agua y salida del territorio, obteniendo las zonas deficitarias de agua. En la región de Aragón el balance hídrico es negativo en el 91.2% de la superficie, siendo mayor la ETP que las precipitaciones. El valor medio ponderado del balance hídrico anual refleja un saldo negativo de -565,8 mm, mientras que la precipitación media anual, como hemos visto anteriormente, es de 548.5mm



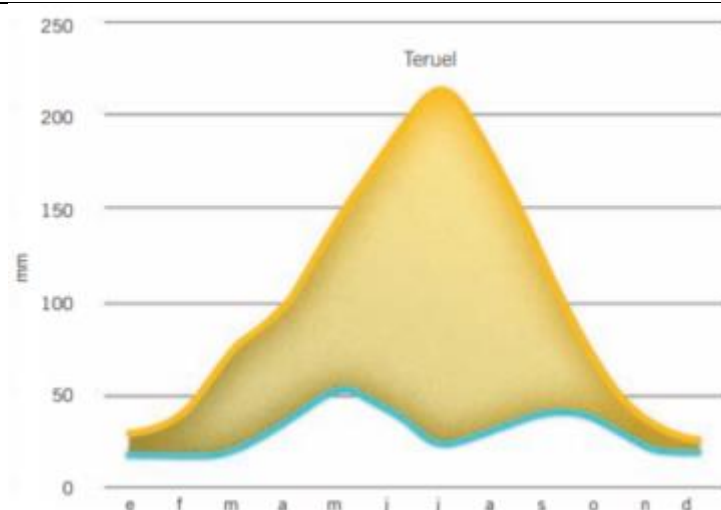


Fig. Evolución anual de la evapotranspiración potencial y de las precipitaciones medias

Fuente: Atlas Climático de Aragón

La línea amarilla representa la ETP y la azul las lluvias medias, por lo que el área comprendida entre ambas líneas representa el balance hídrico. En el caso de que la línea azul supere la amarilla es cuando el balance hídrico es positivo, lo que significa, que hay mayor entrada de agua que la que sale por la ETP. En el caso de Teruel, como vemos en el gráfico de arriba solo ocurre el caso de balance hídrico negativo.

### 3.10 ARIDEZ

Las tierras áridas se consideran como aquellas áreas donde el promedio de lluvias es menor que las pérdidas potenciales de humedad a través de la evaporación y la transpiración. (<<Atlas Mundial de Desertificación, UNEP>>). Para catalogar el tipo de aridez relaciona la precipitación (P) total anual con la ETP anual obteniendo la siguiente tabla. En zonas con déficit de agua durante todo el año están catalogadas como áridas.

P/ETP	CLASIFICACIÓN
1	Húmedo
0.7-1	Subhúmedo húmedo
0.5-0.7	Subhúmedo seco
<0.5	Semiárido

Fig. Índice de aridez

Fuente: Elaboración propia

En la región de Aragón el 70% del suelo se cataloga como semiárido, con un índice de relación P/ETP inferior a 0.5. Como apreciamos en la figura inferior, la única zona con un índice superior a 1 es en los Pirineos. En los alrededores de Sarrión nos encontramos los valores más altos de suelo semiárido, llegando algunas zonas a ser consideradas subhúmedo seco.

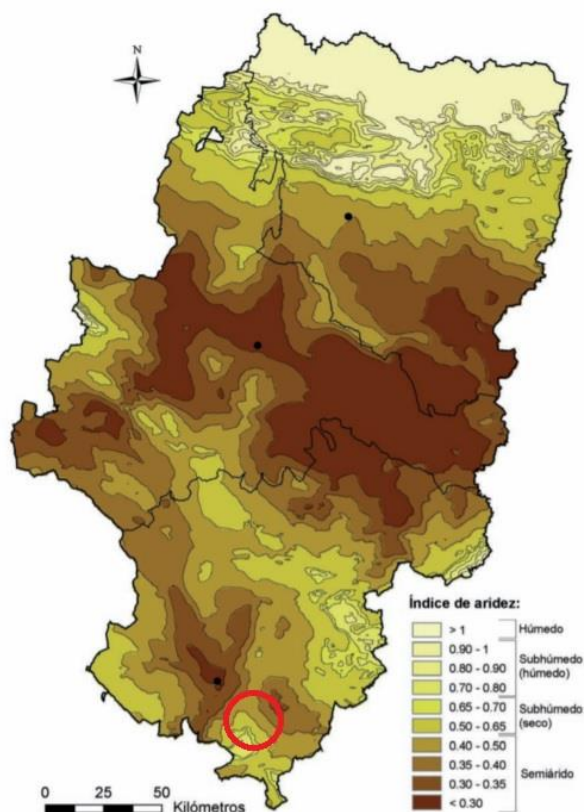


Fig. Índice de aridez en Aragón

Fuente: Atlas Climático de Aragón

### 3.11 VIENTO

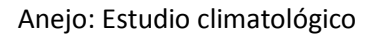
En la península Ibérica predominan siete tipos diferentes de vientos:

-Ábrego: Esta masa de aire de temperatura templada y relativa humedad que puede dejar algunas lluvias a su paso, sopla del suroeste ya que se forma en el Atlántico, con corrientes de aires cercanas a las islas Canarias y Azores.

Cierzo: Es un viento seco y con temperatura baja, que se localiza en el valle del Ebro. De componente Noroeste, se origina debido a la diferencia de presión existente en esta zona por la combinación de una borrasca en el Mediterráneo y anticiclón en el Cantábrico. Su velocidad puede ser bastante elevada, con un máximo histórico de 160 kilómetros por hora registrado en 1954.

Galerna: Debido a su carácter súbito y violento, es uno de los vientos más conocidos del mar Cantábrico y el Golfo de Vizcaya. Es provocado por la aparición de un frente de aire frío en el que el viento cambia bruscamente de dirección.

Levante: El origen está en el Mediterráneo central. Alcanza su mayor velocidad en el Estrecho de Gibraltar, donde deja lluvias en la vertiente este de las sierras gaditanas,



Tramontana: Originado en el Macizo Central francés y los Pirineos, es un viento de componente norte que sopla con bastante fuerza sobre Baleares y algunas zonas de Cataluña. («Los siete vientos más famosos de España», 2014)

Map of the Iberian Peninsula showing the distribution of *Calamas* (Sepietta owstoniana) in 2007. The map displays the coastline and major river networks. Yellow star-like symbols with numerical values indicate the frequency of *Calamas* at various locations. A red circle highlights the location of Tenebrion. A scale bar at the bottom left shows distances from 0 to 50 Kilómetros. A compass rose at the bottom right indicates the cardinal directions (N, NE, E, SE, S, SW, W, NW) and the frequency scale (0, 10, 20).

Location	Frequency (%)
Canfranc	40,7
Bielsa	24,1
Benas	50,2
Tamarite de L.	29,5
Huesca	5,9
Zaragoza	10,9
Bujaraloz	5,9
Alcañiz	23,7
Montalbán	17,9
Calamocha	19,7
Calatayud	23,1
Tenebrion	29,8
Sos del R. C.	14,6

*Fuente: Atlas Climático de Aragón*



## 4 CLASIFICACIÓN DEL CLIMA

Hemos optado por la clasificación de Köppen, elaborada por el botánico y climatólogo ruso Wladimir Köppen en año 1900 cataloga los diferentes climas de la Tierra usando un número reducido de categorías. Los principales criterios para realizar la clasificación son temperatura, precipitación y distribución de la vegetación en el planeta. Establece tres niveles mediante una letra («Clasificación climática de Köppen | La guía de Geografía», s. f.).

-Primer nivel:

- Clima tipo A (tropical): Ausencia de invierno y temperatura media superior a 18°C durante todo el año. Vegetación tropical.
- Clima tipo B (seco): Precipitación escasa con evaporación superior a la precipitación anual. Presencia de plantas xerófilas ( tolerancia la falta de agua)
- Clima tipo C (templado cálido o mesotérmico): Inviernos suaves cuyo mes más frío no presenta temperaturas medias inferiores a -3°C
- Clima tipo D (continental): Inviernos fríos con meses con temperatura media inferior a -3°C y el mes más cálido supera los 10°C
- Clima tipo E (frío): No hay verano. La temperatura media máxima no es superior a 10°C

-Segundo nivel:

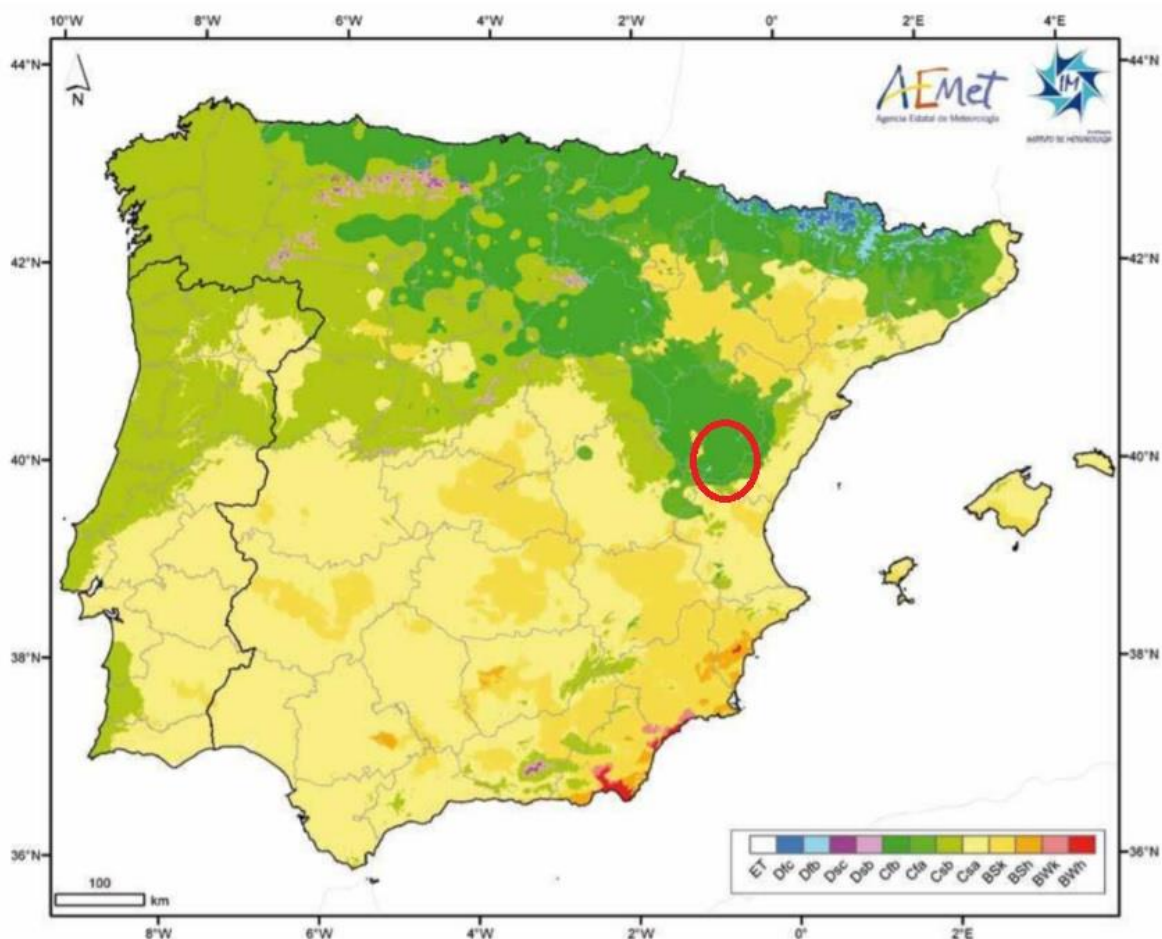
- Climas A, C y E:
  - f: Precipitación constante todo el año
  - m: Alto nivel de precipitaciones anuales con estación seca
  - s: Estación seca durante el verano
  - w: Estación seca durante el invierno
- Clima B:
  - S: Clima estepario. La evaporación solar es superior a la precipitación sin doblarla
  - W: Clima desértico. El índice de evaporación solar es más del doble que el de las precipitaciones

-Tercer nivel:

- a: Verano caluroso con temperatura media del mes más caluroso superior a 22°C
- b: Verano cálido y largo, mínimo cuatro meses con temperatura superior a 10°C
- c: Verano fresco y corto, menos de cuatro meses con temperatura superior a 10°C
- d: Invierno frío, temperatura media del mes más frío inferior a -3°C
- h: Clima caluroso y seco. Temperatura media anual superior a 18°C
- k: Clima frío y seco. Temperatura media anual inferior a 18°C
- i: Débil oscilación térmica anual
- l: temperaturas medias mensuales entre 10°C y 22°C
- n: nieblas frecuentes.



En el “Atlas climático Ibérico” están clasificados los climas de toda la península y representados todos en un mismo mapa, haciendo de manera sencilla y rápida la elección del clima en la zona a estudiar. En la figura presente a continuación podemos observar como se ha remarcado la zona con un círculo, señalando que el clima presente es de color verde intenso o Cfb, tratándose de un clima templado cálido o mesotérmico, donde los inviernos suaves cuyo mes más frío no presenta temperaturas medias inferiores a  $-3^{\circ}\text{C}$ , la precipitación es constante todo el año y el verano es cálido y largo, mínimo cuatro meses con temperatura superior a  $10^{\circ}\text{C}$



*Fig. Clasificación climática de Köppen-Geiger en la Península Ibérica*

*Fuente: Atlas Climatológico Ibérico*

## 5 BIBLIOGRAFÍA

Atlas Climático de Aragón. Gobierno de Aragón. (s. f.). Recuperado 12 de agosto de 2019, de

<https://www.aragon.es/-/atlas-climatico-de-aragon>



Clasificación climática de Köppen | La guía de Geografía. (s. f.). Recuperado 13 de agosto de 2019, de

<https://geografia.laguia2000.com/climatologia/clasificacion-climatica-koppen>

Los siete vientos más famosos de España. (2014, octubre 20). Recuperado 20 de agosto de 2019, de

Abc website: [https://www.abc.es/tecnologia/redes/20141020/abci-vientos-importantes-](https://www.abc.es/tecnologia/redes/20141020/abci-vientos-importantes-espana-famosos-tramontana-levante-poniente-abrego-201410200947.html)

[espana-famosos-tramontana-levante-poniente-abrego-201410200947.html](https://www.abc.es/tecnologia/redes/20141020/abci-vientos-importantes-espana-famosos-tramontana-levante-poniente-abrego-201410200947.html)

Meteorología, A. E. de. (s. f.). Atlas climático ibérico—Iberian climate atlas—Agencia Estatal de

Meteorología—AEMET. Gobierno de España. Recuperado 13 de agosto de 2019, de

[http://www.aemet.es/es/conocermas/recursos\\_en\\_linea/publicaciones\\_y\\_estudios/publica](http://www.aemet.es/es/conocermas/recursos_en_linea/publicaciones_y_estudios/publicaciones/detalles/Atlas-climatologico)

[ciones/detalles/Atlas-climatologico](http://www.aemet.es/es/conocermas/recursos_en_linea/publicaciones_y_estudios/publicaciones/detalles/Atlas-climatologico)