

# METEOROLOGÍA Y CLIMA EN LA COMARCA DEL GARRAF

## 2º TRABAJO CONJUNTO DE INVESTIGACIÓN IES / EUPVG

**Spartacus Gomáriz<sup>1</sup>, Joaquim del Río<sup>1</sup>, Marta Alarcón<sup>2</sup> y Mariano López<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Dep. Electrònica. EUPVG. Universitat Politècnica de Catalunya

<sup>2</sup> Dep. Física i Enginyeria Nuclear. EUPVG. Universitat Politècnica de Catalunya

[marta.alarcon@upc.es](mailto:marta.alarcon@upc.es)

### RESUMEN

Durante el curso 2001-2002 se realizó el primer proyecto conjunto de investigación de los estudiantes de secundaria de los IES de Vilanova i la Geltrú y la Escola Universitària Politècnica de Vilanova i la Geltrú (EUPVG), que contó con la colaboración activa del Ayuntamiento de Vilanova i la Geltrú. La buena acogida que tuvo esta iniciativa nos ha animado a continuar la experiencia y durante este curso 2002-2003 se ha desarrollado el segundo trabajo conjunto de investigación, titulado 'Meteorología y clima en la comarca del Garraf'. El objetivo del proyecto ha sido formar un grupo de trabajo interdisciplinario, tutorizado por la EUPVG, con estudiantes de los diferentes centros de secundaria que están cursando las modalidades de bachillerato tecnológico, científico y social.

La elaboración de los trabajos ha hecho posible un acercamiento de estos estudiantes que están finalizando el bachillerato al mundo universitario. Al mismo tiempo ha permitido la utilización por parte de éstos de los recursos y conocimientos de la Escuela.

El trabajo se ha dividido en tres ámbitos que tratan específicamente cada uno de los aspectos tecnológico, científico y social. El trabajo tecnológico se ha titulado *Estudio y diseño de un sistema de adquisición de datos ambientales y meteorológicos basado en ordenador*, cuyo objetivo ha sido la realización de un estudio de toda la cadena de medida analógica y digital de un sistema de captación, almacenamiento y presentación de datos meteorológicos. El trabajo científico titulado *Meteorología y clima en el Garraf*, ha tenido como objetivo hacer un estudio de los datos de la estación meteorológica de Vilanova i la Geltrú con el propósito de obtener los parámetros más representativos de la meteorología y el clima de la región. Por último, el trabajo de ámbito sociológico, titulado *Meteorología i societat*, ha tenido como objetivo realizar un estudio de la medida del tiempo meteorológico desde el Renacimiento hasta el siglo XXI y su relación con la economía, los medios de comunicación y la actividad vital de las personas. El estudio también incluye una relación de los fenómenos anormales y extraordinarios registrados durante los últimos 50 años en la comarca del Garraf.

### 1. ANTECEDENTES

El primer proyecto conjunto de investigación de los estudiantes de Bachillerato de los IES de Vilanova i la Geltrú con la Escola Universitària Politècnica de

Vilanova i la Geltrú (EUPVG) se desarrolló durante el curso 2001-2002 con la colaboración activa del Ayuntamiento de la ciudad. El objetivo del proyecto fue formar un grupo de trabajo interdisciplinario con estudiantes de los diferentes centros de secundaria y tutorizado por la EUPVG.

Dicho proyecto, centrado en el estudio de diferentes aspectos del *reciclaje y compostaje de residuos en el municipio de Vilanova i la Geltrú*, se dividió en tres grupos de trabajo correspondientes a los ámbitos tecnológico, científico y socioeconómico con la elaboración de tres trabajos dirigidos. Estos trabajos se titularon *Estudio sociológico de la actitud de los ciudadanos de Vilanova i la Geltrú frente a la recogida selectiva y su utilidad* en el ámbito social y económico, *El compostaje* en el ámbito científico y *La automatización en plantas de reciclaje* en el ámbito tecnológico. Fueron realizados por un total de diez alumnos de los IES Manuel de Cabanyes y Dolors Mallafré y con la participación de dos coordinadores pedagógicos de los IES, dos becarios de la EUPVG y tres profesores tutores de la EUPVG, todos ellos coordinados por el Subdirector de Estudios de la EUPVG. La presentación de los trabajos se realizó en un acto público en la Sala de Actos de la EUPVG, con la participación de gran parte de los profesores y alumnos de los institutos, de representantes de las instituciones de Vilanova i la Geltrú y de la prensa local.

Después de esta primera experiencia se ha visto que la elaboración de los trabajos ha hecho posible el acercamiento de los estudiantes de bachillerato al mundo universitario. La buena acogida que tuvo la iniciativa nos ha animado a continuarla durante el curso actual 2002/03 con una previsión de participación mucho mayor. Efectivamente, en el segundo trabajo conjunto de investigación IES/EUPVG han participado los cuatro institutos de Vilanova i la Geltrú (IES F.X. Lluch i Rafeques, IES Manuel de Cabanyes, IES Joaquim Mir, IES Dolors Mallafré) con un total de 20 estudiantes. Se ha titulado *Meteorología y clima en la comarca del Garraf* y del mismo modo que el anterior, se ha dividido en tres ámbitos que tratan los aspectos tecnológico, científico y socioeconómico. Los trabajos han sido coordinados por un profesor y tutorizados por otros tres profesores de la EUPVG. Han contado también con la participación de 4 coordinadores de los IES y 2 becarios de la EUPVG.

El trabajo tecnológico *Estudio y diseño de un sistema de adquisición de datos ambientales y meteorológicos basado en ordenador*, ha consistido en la realización de un estudio de la cadena de medida analógica y digital de un sistema de captación, almacenamiento y presentación de datos meteorológicos. El trabajo científico titulado *Meteorología y clima en el Garraf*, ha tenido como objetivo hacer un estudio de los datos de la estación meteorológica de Vilanova i la Geltrú con el propósito de obtener los parámetros más representativos de la meteorología y el clima de la región. Por último, el trabajo de ámbito sociológico, titulado *Meteorología i societat*, ha tenido como objetivo realizar un estudio de la medida del tiempo meteorológico desde el Renacimiento hasta el siglo XXI y su relación con la economía, los medios de comunicación y la actividad vital de las personas. El estudio también incluye una relación de los fenómenos anormales y extraordinarios registrados durante los últimos 50 años en la comarca del Garraf.

Paralelamente al desarrollo de los trabajos, se ha llevado a cabo la celebración de un ciclo de conferencias impartidas por especialistas en diversos aspectos

relacionados con la meteorología y el clima, cuya finalidad ha sido introducir a los estudiantes en los aspectos más básicos del tema, así como completar su formación en algunos aspectos específicos. Estas conferencias, que fueron abiertas al público, y de las que se hizo difusión en los medios de comunicación locales, se realizaron en la sala de actos de la EUPVG, y contaron con la asistencia de los estudiantes de bachillerato, profesores de los IES, y profesores y estudiantes de la EUPVG. Se realizaron las siguientes charlas que tuvieron una periodicidad semanal:

- *La atmósfera: tiempo y clima*. Marta Alarcón, profesora de la UPC
- *Herramientas para la observación del tiempo*. Josep Miró, meteorólogo Ayunt. Vilanova i la Geltrú
- *Las rieras en el medio urbano*. Llorenç Guim, ingeniero Ayunt. Vilanova i la Geltrú
- *El radar meteorológico y sus aplicaciones*. Joan Bech, meteorólogo SMC
- *Cambio climático: una perspectiva actual*. Jeroni Lorente, catedrático de la UB

A continuación se describe brevemente los objetivos y las conclusiones de cada uno de los trabajos.

## **2. BACHILLERATO TECNOLÓGICO: ‘ESTUDIO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS AMBIENTALES Y METEOROLÓGICOS BASADO EN ORDENADOR’**

Los objetivos generales para el grupo de estudiantes que cursaban bachillerato tecnológico era realizar el estudio de toda la cadena de medida analógica y digital de un sistema de adquisición, almacenamiento y presentación de datos meteorológicos basado en ordenador.

Para ello primero se estudiaron los diferentes sensores que intervienen en la medida de parámetros físicos tales como la temperatura, la presión atmosférica, la humedad, la velocidad y dirección del viento y la cantidad y intensidad de precipitación. Se estudiaron los principios físicos del funcionamiento de diferentes sensores que son comercialmente accesibles en el mercado y sus características más importantes.

Una vez conocidas las señales procedentes de los sensores de los que disponíamos se estudiaron diferentes etapas de acondicionamiento de señal para acondicionar la señal procedente de los sensores y poder ser visualizada tanto por un display digital con conversor ADC integrado y a la vez ser adquirida por una tarjeta de adquisición pinchada en el PC para introducir los datos dentro del ordenador. La tarjeta de adquisición estudiada y utilizada para esta aplicación han sido las tarjetas disponibles en el laboratorio modelo LabPC+ de National Instruments.

La tarjeta de adquisición realiza dentro del sistema la fase de conversión analógico a digital de manera que mediante cualquier lenguaje de programación podemos leer el valor de tensión recogido por la tarjeta que contiene información del parámetro físico a través de la señal que nos da el sensor.

Dentro del proyecto se ha utilizado un lenguaje de programación gráfica como es el LabVIEW de National Instruments para recoger los datos de la tarjeta de adquisición y representarlos en un interfaz de usuario.

En este punto, dividimos el grupo en dos: desarrollo de software y desarrollo de hardware.

El grupo de hardware se dedicó a estudiar y implementar un termómetro y un barómetro para medir temperatura y presión atmosférica y acondicionar su sistema para poderlo interconectar con la tarjeta de adquisición de datos.

El grupo de software se dedicó a programar dos interfaces de usuario para representar gráficamente y almacenar sobre soporte informático los datos recogidos de presión y temperatura de los módulos implementados en la parte de hardware.

En la figura 1 se muestra una fotografía de uno de los módulos donde podemos ver el display que incorpora, la parte electrónica, la alimentación mediante una pila de 9V y el conector para la conexión con la tarjeta de adquisición del PC.

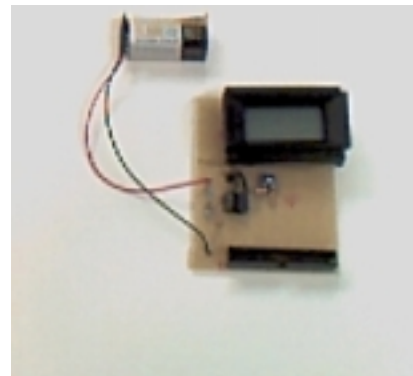


Figura 1: Fotografía del módulo de medida de temperatura

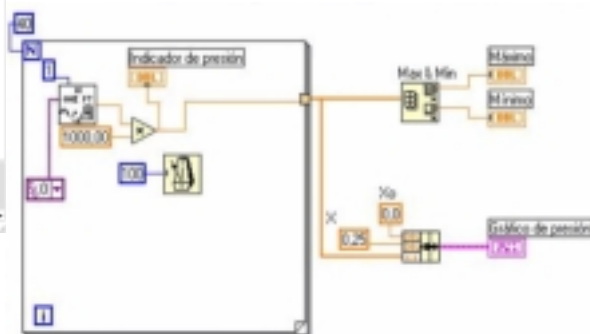
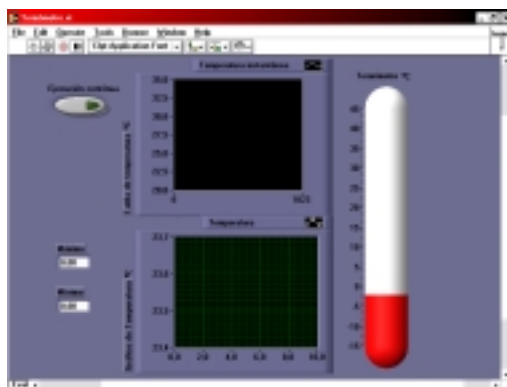


Figura 2: Captura de pantalla del panel frontal del programa de adquisición de temperatura y parte del código fuente

El proyecto concluye con la elaboración de una memoria que recoge toda su actividad y documentación adicional sobre el estudio de los diferentes sensores y una presentación pública realizada en la sala de actos de la universidad a la que asistieron diversos medios de comunicación para cubrir la noticia.

Desde el punto de vista de los alumnos fue una experiencia interesante debido a que aprendieron muchas cosas entre otras, nociones de electrónica y habilidad en el montaje de circuitos electrónicos utilizando las herramientas necesarias para este fin. Pudieron ver que con los conocimientos de base fueron capaces de implementar un circuito electrónico capaz de medir temperatura y diseñar y programar una aplicación informática.

### **3. BACHILLERATO CIENTÍFICO: 'METEOROLOGIA Y CLIMA EN EL GARRAF'**

El objetivo para este grupo de estudiantes ha sido realizar un estudio de los datos de la estación meteorológica que el Ayuntamiento de la ciudad tiene instalada en las pistas de atletismo, con la finalidad de obtener los parámetros más representativos de la meteorología de la comarca. Previamente los estudiantes han hecho un trabajo bibliográfico de introducción (Alarcón y Casas, 1999; Camps et al., 2001; Jorge y Rivera, 1992; Raso et al., 1987) en la biblioteca de la EUPVG. Globalmente la idea de partida ha sido introducir a los estudiantes en la metodología de la investigación científica en sus diferentes aspectos: búsqueda bibliográfica, manipulación de datos experimentales, utilización de técnicas de tratamiento de estos datos, obtención de resultados e interpretación de los mismos. Los objetivos específicos se resumen en los siguientes puntos:

- Utilizando una hoja de cálculo, cargar los datos semihorarios correspondientes a un período de algunos meses, de las variables meteorológicas fuerza y dirección del viento, temperatura, humedad relativa, presión atmosférica y precipitación. Cargar también los datos meteorológicos resumidos por meses, correspondientes a un período de varios años.

- Para cada mes, representar gráficamente cada una de las variables. Determinar la media aritmética, la moda y la mediana de la temperatura mensual.

- Representar la evolución mensual de la temperatura a las 12 h. Determinar que valores son más persistentes, y explicar la presencia de valores claramente superiores o inferiores.

- Representar de manera conjunta la temperatura y la humedad relativa para cada mes en el gráfico denominado termo-higrograma del mes.

- A partir de los registros de dirección del viento obtener los vientos dominantes en la comarca. Construir la rosa de vientos. Estudiar la formación de la brisa de mar.

- Estudiar la precipitación, observando que coincide con los mínimos de presión atmosférica.

En base a estos objetivos se han hecho dos estudios, uno con datos semihorarios de los meses julio/agosto del 2001 y diciembre/enero del 2001 y 2002, y otro de los promedios mensuales correspondientes al período de 9 años 1993-2001. A continuación se resume las conclusiones a las que llegaron los estudiantes a partir de estos estudios:

En primer lugar se ha visto como la meteorología de Vilanova corresponde a la de una ciudad costera típicamente mediterránea, caracterizada por tener inviernos suaves y húmedos, y veranos cálidos y secos, con una elevada radiación solar y tasas altas de evaporación. Se observa también como la

proximidad del mar ejerce un efecto regulador suavizando las variaciones térmicas debido a que la capacidad calorífica del agua es cinco veces mayor que la del suelo, necesitando más energía para aumentar su temperatura, pero al mismo tiempo reteniendo más esta energía. Así en invierno proporciona la energía necesaria para suavizar las temperaturas, mientras que en verano es la responsable de la generación de brisas que enfrían el ambiente.

Las lluvias son más frecuentes en otoño (tabla 1), y durante esta estación pueden tener carácter torrencial, provocando crecidas súbitas de los ríos, y siendo a veces muy violentas. Estos temporales se forman debido a la fuerte inestabilidad que aparece cuando se produce el fenómeno llamado 'gota fría' en las capas altas de la atmósfera coincidiendo con la fuerte acumulación de calor en el agua del mar. En verano, en cambio, predomina la presencia de anticiclones subtropicales.

En cuanto a las temperaturas, éstas tienen un valor medio de 11°C en invierno, con mínimas de 5°C y máximas de 15°C (Fig. 2). En verano la media es de 23°C, con mínimas sobre los 18°C y máximas de 27°C (tabla 1).

Tabla 1. Resumen por estaciones de la temperatura, humedad, precipitación y viento para el período 1993-2001.

		Invierno	Primavera	Verano	Otoño
<b>Temperatura (°C)</b>	Media	10,95	14,30	22,81	17,26
	Media de las máximas	15,02	19,16	27,36	21,81
	Media de las mínimas	5,52	9,41	18,24	12,70
<b>Humedad (%)</b>	Media	78,22	77,37	78,61	79,83
<b>Precipitación (L/m<sup>2</sup>)</b>	Media	38,26	34,31	36,52	71,42
	Mensual				
<b>Viento (km/h)</b>	Velocitat media	6,20	6,92	6,02	5,96

La humedad relativa se mantiene alta todo el año, con valores que oscilan sobre el 80%.

La precipitación media mensual es de unos 35 L/m<sup>2</sup> durante las estaciones de invierno, primavera y verano, mientras que en otoño es el doble, unos 70 L/m<sup>2</sup> (Fig. 2). Una característica de la precipitación sobre Catalunya es que a menudo se producen las denominadas 'lluvias de barro'. Estas lluvias tienen un color rojizo característico, y son el resultado de la mezcla con el agua de la lluvia de polvo africano procedente de los desiertos del Sahara y el Sahel, que es transportada por el viento. Se dan sobre todo entre los meses de marzo y octubre.

El viento se mantiene débil o moderado durante buena parte del año, con valores sobre los 6 km/h. En invierno predominan de componente norte,

mientras que en verano predominan del sur (mitjorn) i sudoeste (garbí), debido a que se produce la brisa marina con más frecuencia e intensidad (Fig. 1). Los vientos de levante son generalmente los responsables de la mayor parte de las situaciones de inestabilidad atmosférica que se producen durante el otoño.

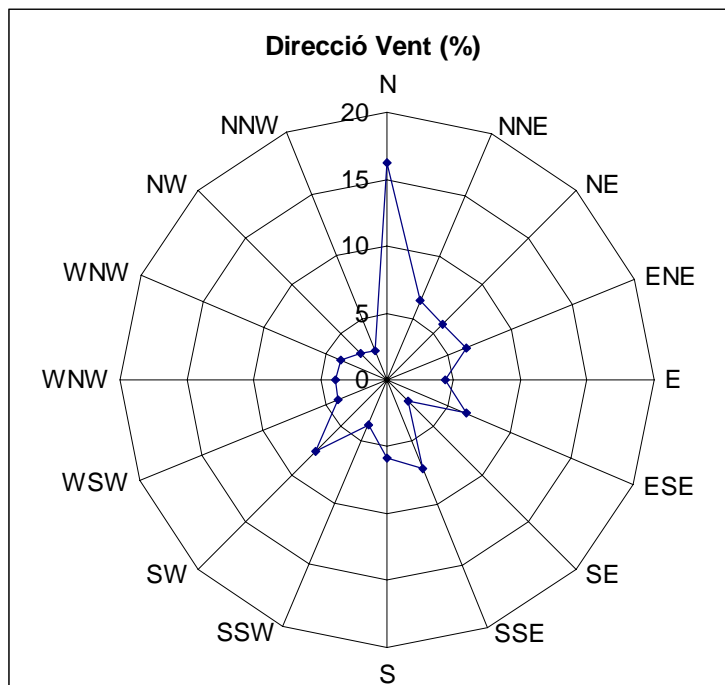


Fig. 1. Rosa de los vientos correspondiente al período 1993-2001 (intensidad en km/h)

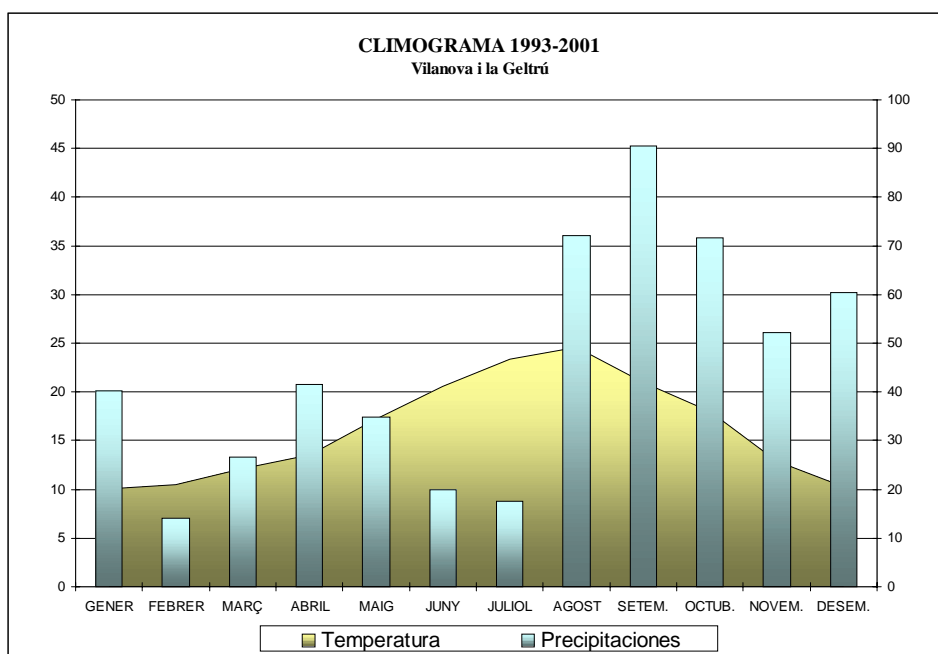


Fig. 2. Climograma correspondiente al período 1993-2001. Temperatura en °C y precipitación en mm.

Los datos semihorarios para las diferentes variables (presión, temperatura, humedad, dirección y intensidad del viento), presentan valores sostenidos, que se mantienen casi constantes, excepto para ciertos períodos en los que hay





información tradicionales, como puedan ser libros, revistas y artículos (principalmente comarcales) y otras más actuales como internet. Esta última ha sido especialmente interesante ya que les ha permitido disponer de información muy actualizada; en particular aquella suministrada en los portales del Instituto Nacional de Meteorología, satélites destinados a información meteorológica y de otras administraciones locales y autonómicas.

Otro de los aspectos tratados en el trabajo, y que vino a convertirse en un objetivo del mismo, fue dotar al estudiante de capacidad para estructurar, ordenar y redactar una memoria escrita en forma de documento, así como la de establecer una pauta que le permitiera de forma sistemática organizarse eficientemente. De este modo la primera de las reuniones tuvo como fin establecer los objetivos del trabajo, así como esbozar un pequeño índice en el que quedaron plasmados los puntos a lograr y, en consecuencia, hacia donde debía orientarse la búsqueda bibliográfica. Ello no fue óbice para que de forma dinámica y en función de los resultados que se iban obteniendo se introdujeran modificaciones al objeto de establecer un hilo argumental claro.

Dado el amplio espectro temático que podría potencialmente cubrir la incidencia del clima en el ámbito socioeconómico se optó por dividir el trabajo en dos bloques. En el primero de ellos se hacía un recorrido histórico sobre la evolución de la meteorología desde el Renacimiento hasta el lanzamiento de los primeros satélites; siempre desde una perspectiva acorde con los objetivos a alcanzar en el trabajo. El segundo de los bloques se dedicó a relatar los fenómenos meteorológicos de especial relevancia que han ocurrido en la comarca del Garraf durante los últimos 50 años. Esto último despertó cierto interés entre los alumnos, dado que si bien la mayoría de estos fenómenos no los habían conocido en persona, el relato de sus familiares así como sus vivencias permitió incorporar en el documento final un material interesante basado en la experiencia de estos últimos. La documentación bibliográfica obtenida de los archivos locales, junto con algunos artículos publicados en diarios de ámbito comarcal, permitió incluir una estimación de la época respecto a los daños económicos que ocasionaron estos fenómenos anormales.

Para finalizar se trató de que los alumnos individualmente trabajaran, de forma análoga a como se hizo en la elaboración de la memoria, una presentación y defensa del trabajo, esto es, dándole una estructura ordenada donde se resaltarán los aspectos más relevantes. Los resultados que se obtuvieron fueron muy satisfactorios obteniéndose en todos los casos presentaciones claras y dinámicas.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos su colaboración a Josep Miró, meteorólogo del Ayuntamiento de Vilanova i la Geltrú, que nos ha facilitados los datos del trabajo científico, y nos ha ayudado en diversas cuestiones.

También queremos dar las gracias a Jeroni Lorente, Joan Bech y Llorenç Guim por su participación en el ciclo de conferencias.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Alarcón, M., Casas, M.C. 1999 *Meteorologia i clima*. Barcelona, Edicions UPC.

- Blessig, Anne-Marie. 1995 *Guía completa para entender la meteorología*.  
Barcelona, De Vecchi.
- Camps, J., Borrat, J.M., Maixé, J.M., Massons, J. 2001 *CD-ROM educatiu per a l'ensenyament de les ciències de l'atmosfera al batxillerat. Meteorologia interactiva*.
- Jorge, J., Rivera, J. J. 1992 *Diccionari de meteorologia*, Barcelona, Edicions UPC
- Raso, J. M., Martín Vide, J., Clavero, P. 1987 *Estadística básica para ciencias sociales*, Barcelona, Ariel Geografía.
- <http://www.infomet.fcr.es/>