

Red de estaciones de medida de temperatura y humedad del suelo

Network of stations to measure soil temperature and humidity

Boquera, Lola; ^{*}Lladós, Agnès; Jara, José Antonio

¹ Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (www.icgc.cat),

* dolores.boquera@icgc.cat.

Resumen

El Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC) actualmente tiene una red formada por 14 estaciones automáticas que miden la temperatura y el contenido volumétrico de agua en el suelo. Estas estaciones están situadas en viñedos de altura (adaptación al cambio climático). En las estaciones se disponen varios sensores atmosféricos (pluviometría, radiación solar, temperatura y humedad del aire) y sensores enterrados en el suelo (que miden el contenido de agua y temperatura), situados a 5, 20, 50 y 100 cm de profundidad, para poder contrastar los parámetros atmosféricos con los físicos del suelo. Son estaciones autónomas alimentadas por energía solar que, a través de un módem, transfieren los datos periódicamente a una base de datos remota situada en la sede central del ICGC. Estos datos son accesibles a través de un visor web, a través del cual se pueden visualizar los datos gráficamente, descargarlos en formato .csv y consultar la información edafológica del lugar donde está situada la estación. Los datos, además de permitir determinar los regímenes climáticos de los suelos, a medio plazo también serán útiles para realizar estudios hidrológicos y de cambio climático.

Contenido de agua en el suelo, temperatura del suelo, monitoraje del suelo, regímenes climáticos del suelo, cambio climático.

Abstract (English*)

The Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC) currently has a network of 14 automatic stations that measure the soil temperature and water content. These stations are installed in high altitude vineyards (adaptation to climate change). Stations consist of various atmospheric sensors (rainfall, solar radiation, air temperature and humidity) and a set of sensors, buried into the ground at 5, 20, 50 and 100 cm depths, to measure water content and temperature, enabling to compare the atmospheric parameters with the physical ones of the soil. They are autonomous stations powered by solar energy that, through a modem, periodically transfer data to a remote database located at the ICGC headquarters. These data are displayed graphically and downloaded through an open web app, which also provides information about the soil where the station is located. The obtained data allows to compute the climatic regimes of soils, and in addition, they will be useful to carry out hydrological and climate change studies in the medium term.

Soil water content, temperature soil, monitoring soil, soil climatic regimes, climate change.

Introducción

Desde el año el año 2010, dentro del proyecto Base de Datos de Suelos del Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC), se ubicaron un conjunto de sensores de temperatura y humedad del suelo a diferentes profundidades en varias ubicaciones del territorio de Catalunya. Estos sensores se instalaron, junto con técnicos del *Natural Resource Conservation Service* del Departamento de Agricultura de Estados Unidos de América, con el fin de establecer los regímenes de temperatura y humedad de los suelos de Catalunya.

La experiencia acumulada durante el seguimiento de dichos sensores hizo que afloraran una serie de problemas relacionados, principalmente, con la recopilación de los datos, con las necesidades de mantenimiento y con la reposición de los equipos deteriorados.

Para encontrar soluciones a estos problemas y dar continuidad al proyecto de establecimiento de los regímenes de temperatura y humedad de los suelos de Catalunya se planteó la creación de una red de estaciones automáticas de medida de parámetros físicos de los suelos (Adell, et al., 2014).

Uno de los principales beneficios es que, de este modo, no es necesario

desplazarse para recoger los datos y se pueden detectar las sondas que no funcionan con mayor facilidad. Esto permite tener un registro continuo de todos los datos y facilita el mantenimiento de la red.

Descripción de las estaciones y tipo de sensores.

Las estaciones automáticas están formadas por 4 sensores multiparamétricos que miden la temperatura y humedad del suelo, instalados a 5, 20, 50 y 100 cm de profundidad. Hay que destacar que cuando nos referimos a que los sensores miden la humedad del suelo, en realidad lo que miden es el contenido volumétrico de agua en el suelo (Topp, 1980, 1988). Adicionalmente se dispone de sensores atmosféricos que permiten contrastar con los parámetros del suelo, los cuales consisten en un pluviómetro, un piranómetro y una sonda de temperatura y humedad ambiental.

Para su correcto funcionamiento las estaciones también tienen incorporado, un sistema de adquisición de datos, un sistema de alimentación y un sistema de comunicación de datos.

Cuadro 1 – Detalle de los sensores instalados en cada una de las estaciones.

ID	Sensor	Modelo	Descripción	Precisión
1	Pluviómetro	Young 52203	Pluviómetro incremental basculante	± 2% con intensidad de corrección
2	Piranómetro	Hukseflux P02-05	Sensor de radiación global. $S=11.83\mu V/(W/m^2)$	< ± 1.5 %
3	T/H	Campbell CS215	Sonda de temperatura y humedad relativa del aire	Temperatura: ±0.3°C a 25°C, ±0.4°C de +5° a +40°C, ±0.9°C de -40° a +70°C. Humedad: ±2% de 10 a 90%, ±4% de 0 a 100%
4	T/H Suelo_05	Campbell CS655	Sonda multiparamétrica del suelo instalada a 5cm de profundidad	Temperatura: ±0.5°C. Humedad: 3 % entre 0 y 50% VWC (suelo mineral estándar, EC < 5 mS/cm)
5	T/H Suelo_20	Campbell CS655	Sonda multiparamétrica del suelo instalada a 20cm de profundidad	Temperatura: ±0.5°C. Humedad: 3 % entre 0 y 50% VWC (suelo mineral estándar, EC < 5 mS/cm)
6	T/H Suelo_50	Campbell CS655	Sonda multiparamétrica del suelo instalada a 50cm de profundidad	Temperatura: ±0.5°C. Humedad: 3 % entre 0 y 50% VWC (suelo mineral estándar, EC < 5 mS/cm)
7	T/H Suelo_100	Campbell CS655	Sonda multiparamétrica del suelo instalada a 1m de profundidad	Temperatura: ±0.5°C. Humedad: 3 % entre 0 y 50% VWC (suelo mineral estándar, EC < 5 mS/cm)



Fig. 1 – Vista de una de las estaciones de la red de medida de parámetros físicos del suelo.

Sistema de adquisición de datos

La adquisición de los datos medidos por los sensores se realiza mediante un datalogger de la marca Campbell Scientific, modelo CR800. La estación extrae los datos que miden los sensores y cada 30 minutos registra sus valores de acuerdo con el Cuadro 2. En este cuadro se pueden observar las medidas que se obtienen en cada estación con su descripción y su unidad correspondiente.

Cuadro 2 – Principales medidas registradas cada 30 minutos en las estaciones automáticas.

Parámetro	Descripción	Tipo de medida	Unidades
TmStamp	Tiempo UTC de medida	-	-
RecNum	Número de la medida	-	-
Bateria_Avg	Tensión de la batería	Media	Voltios
PTemp_Avg	Temperatura interior del armario	Media	°C
Temp_aire_Avg	Temperatura del aire	Media	°C
H_R_Avg	Humedad relativa del aire	Media	%H ₂ O
Pluja_Tot	Lluvia acumulada cada media hora	Total	l/m ²
VWC_005	Contenido del agua del suelo a 5 cm	Muestra	m ³ /m ³
VWC_020	Contenido del agua del suelo a 20 cm	Muestra	m ³ /m ³
VWC_050	Contenido del agua del suelo a 50 cm	Muestra	m ³ /m ³
VWC_100	Contenido del agua del suelo a 1m	Muestra	m ³ /m ³
TSoil_005	Temperatura del suelo a 5cm	Muestra	°C
TSoil_020	Temperatura del suelo a 20cm	Muestra	°C
TSoil_050	Temperatura del suelo a 50cm	Muestra	°C
TSoil_100	Temperatura del suelo a 1m	Muestra	°C
RS_Avg	Radiación global	Media	W/m ²

Sistema de comunicación de datos

El sistema de comunicación de datos está basado en un módem, que mediante la pila TCP/IP del datalogger permite establecer una conexión a Internet.

Periódicamente los datos se descargan del datalogger, utilizando la conexión a Internet de la estación, y se almacenan en una base de datos ubicada en la sede del ICGC. Actualmente se realizan dos descargas diarias de datos, una a las 00:10 (UTC) y una segunda a las 12:10 (UTC). Una vez descargados los datos y almacenados en la base de datos, éstos son accesibles mediante la aplicación web NetMon

(<http://netmon.icgc.cat/netmon>) para los propietarios o bien, de manera pública, a través del visor del ICGC <https://visors.icgc.cat/mesurasols/>

Sistema de alimentación

El sistema de alimentación es de tipo fotovoltaico lo cual hace que sea completamente autosuficiente, y está formado por los siguientes elementos:

- Placa fotovoltaica 40W a 12V monocristalino
- Regulador de 6A y 12V
- Batería solar.

El sistema de alimentación suministra energía al módem de comunicaciones y al datalogger, siendo este último el encargado de alimentar adecuadamente al resto de sensores de la estación.

Acceso a los datos y visualización.

Los datos obtenidos por los sensores, y descargados en la base de datos remota, se pueden consultar a través del visor del ICGC. Descargándolos en un archivo .csv o bien visualizándolos gráficamente (Fig.2 i Fig.3).

A su vez, se puede consultar la información edafológica de cada estación, ya que en el momento de la instalación se realiza una descripción y clasificación del suelo, así como un análisis de laboratorio de los diferentes horizontes.

A partir de estos datos se pueden calcular los regímenes climáticos de los suelos. Por otro lado, cuando se disponga de un registro más largo, se podrá aplicar a estudios de cambio climático.

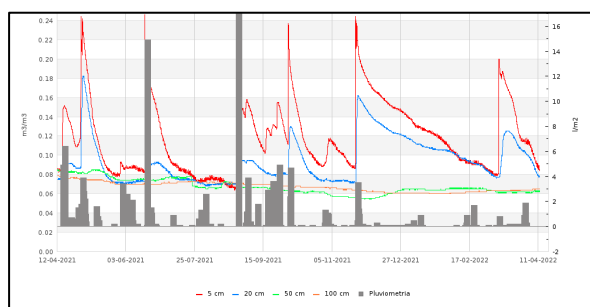


Fig. 2 – Ejemplo de gráfica de humedad del suelo a diferentes profundidades junto con la pluviometría total.

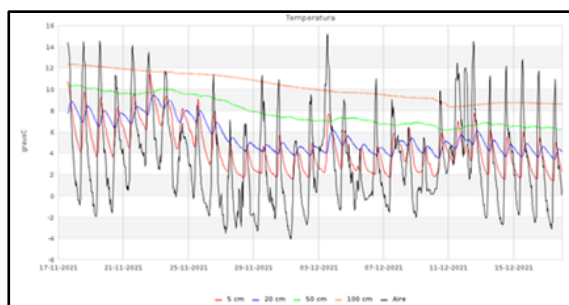


Fig. 3 – Gráfica de temperatura del suelo a diferentes profundidades junto con la temperatura del aire.

Conclusiones

Después de 5 años desde la instalación de la primera estación automática, se llega a la conclusión que este tipo de estaciones son totalmente válidas y que ofrecen datos fiables y constantes, los cuales permiten calcular los regímenes climáticos (Soil Survey Quality Assurance Staff, 1994) de los suelos y la realización de estudios de cambio climático (Paolina et al. 2017).

El uso de un visor para la divulgación de los datos ha resultado muy útil para dar accesibilidad y visibilidad a la información

Agradecimientos

A todos los propietarios de los campos de viña que nos han cedido el espacio para poder instalar las estaciones automáticas.

A la Unidad de Instrumentación del ICGC por la implicación y dedicación en la instalación, mantenimiento y revisión de las estaciones.

A la Unidad de suelos del ICGC por su apoyo incondicional en la descripción y clasificación de suelos.

A la Unidad de Geostart por su colaboración en la elaboración del visor.

Referencias bibliográficas

- Adell, J., Jiménez, E., Vicencs, M., & Ascaso, E.. (2014). Règims de temperatura i humitat als sòls de Catalunya. Barcelona: Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya.
- Paolina B. Cerlinia, S. M. (2017). Groundwater supply and climate change management by means of. ScienceDirect, 420-427.
- Soil Survey Quality Assurance Staff. (1994). Soil Climate Regimes of the United States. Lincoln, Nebraska: Soil Conservation Service. National Soil Survey Center. United States Department of Agriculture.
- Topp, G. J. (1980). Electromagnetic determination of soil water content: measurements in coaxial transmission lines. Water resources, 574-582.
- Topp, G. M. (1988). Determination of electrical conductivity using time domain reflectometry: soil water experiments in coaxial lines. Water Resources, 945-952.