

El uso de la ciencia ciudadana

EN EL ESTUDIO DE LAS GRANIZADAS

CARME FARNELL Y TOMEU RIGO

SERVEI METEOROLÒGIC DE CATALUNYA (SMC) C/BERLÍN, 38-42, 08029, BARCELONA
carme.farnell@gencat.cat / tomeu.rigo@gencat.cat

Variabilidad espacial y temporal de las tormentas con granizo

La granizada es un fenómeno que, a menudo, está muy localizado en el espacio y el tiempo. Los análisis de episodios de granizadas y el trabajo operativo muestran como la gran mayoría de las precipitaciones de pedrisco asociadas a tormentas suelen durar pocos minutos y afectan extensiones de terreno reducidas, de pocos kilómetros cuadrados. Este hecho implica que tengan una gran variabilidad espacial y temporal, en muchos sentidos. Los diferentes estudios realizados hasta ahora, basados en análisis de series de datos para territorios concretos, han revelado unos patrones que se repiten en todas aquellas áreas donde las granizadas son relativamente habituales.

En lo referente a la distribución espacial, la afectación es muy grande en un terreno muy limitado y, a medida que nos alejamos del máximo de afectación, los daños se reducen de forma muy notable. Además, si analizamos datos de periodos relativamente largos (por ejemplo, más de 5 años, aunque lo deseable es más de 25), se observa como hay zonas conocidas como *hot-spots*, donde se concentra un mayor número de granizadas y, a su alrededor, otras regiones con incidencias que pueden ir desde altas hasta prácticamente nulas, separadas entre ellas pocos kilómetros. La figura 1 (izquierda) muestra un ejemplo, con la estimación mediante radar de la afectación por diferentes granizadas en Cataluña para el día 16 de agosto de 2016. A la derecha se muestra una am-

pliación para la comarca del Pla d'Urgell, que fue una de las más afectadas en aquel episodio. Se puede observar la diferente afectación según la zona en una comarca que tiene solamente una anchura de unos 10 km y una longitud de 15 km.

En cuanto a la variabilidad temporal, disponemos también de dos escalas. Al ser fenómenos breves y bastante repentinos, muchas veces son difíciles de observar si se dan en terrenos con poca densidad de población. La figura 2 muestra claramente la corta duración de un episodio que dejó piedras de más de 3 cm de diámetro. Mediante el parámetro radar VIL (*Vertical Integrated Liquid*) se hizo un seguimiento de la afectación a un punto situado entre los municipios de Linyola y Palau de Anglesola, en dicha comarca del Pla de Lleida, pudiéndose ver como los valores por encima de 10 mm (probabilidad alta de piedra) se mantuvieron durante unos 24 minutos y, por encima de 30 mm (piedra de más de un centímetro), solo 12 minutos. Por otra parte, al registrarse la gran mayoría de episodios en periodos cálidos, las elevadas temperaturas que pueden darse justo después de la granizada pueden hacer que las piedras se fundan de manera bastante rápida, siendo muy difícil en algunos casos estimar la medida real de los hidrometeoros. Por otro lado, en cuanto a la frecuencia de ocurrencia, habrá áreas donde la repetición de casos (o periodo de retorno) es de pocos meses, mientras que en otras regiones puede ser de varios años.

Uno de los mayores problemas de la teledetección (radar, satélite, etc.) es que muchas veces la estimación se aleja bastante de los valores reales puesto que las medidas se hacen

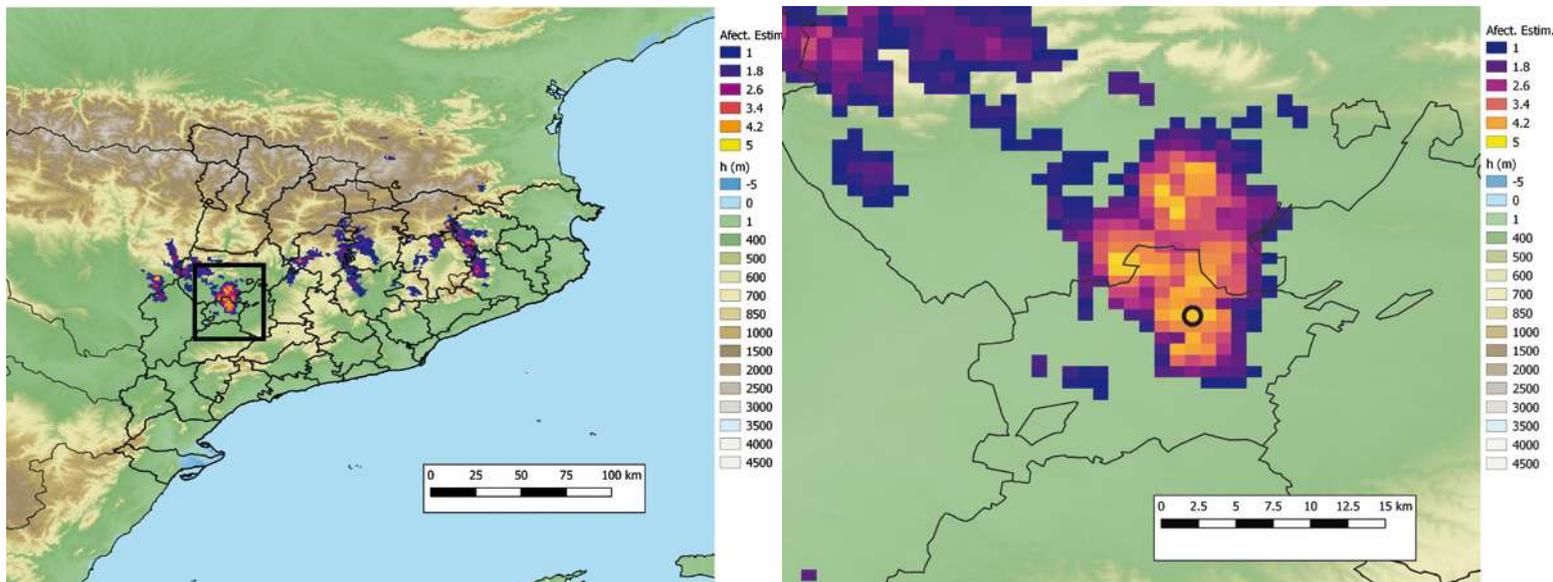


Figura 1. Afectación estimada mediante radar debida a un episodio de granizadas (16 de agosto de 2016) en Cataluña (izquierda) y ampliación para la comarca del Pla d'Urgell (derecha). El círculo negro indica el lugar donde se ha hecho la estimación de la figura 2.

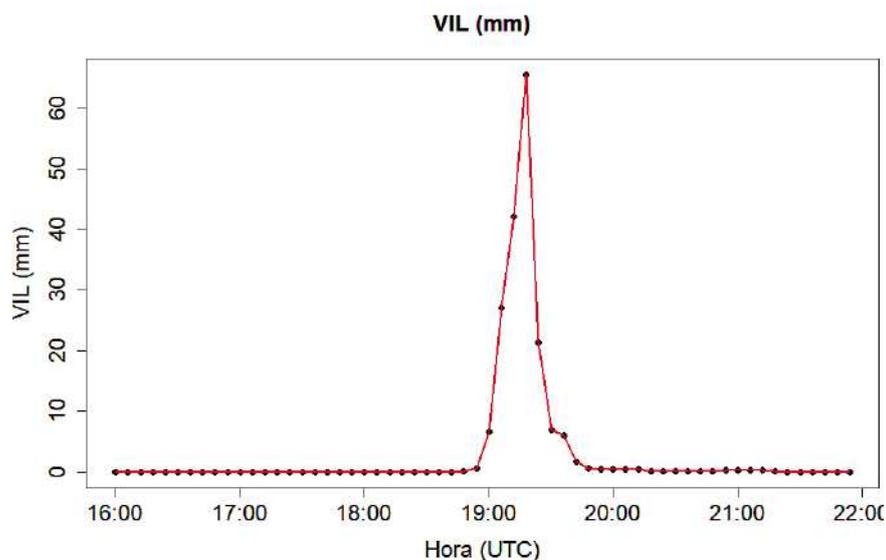


Figura 2: Valor estimado del parámetro VIL en el punto marcado en la figura 2 (derecha). Valores por encima de 10 mm ya suelen ser bastante representativos de precipitación sólida y por encima de 30 mm el diámetro de la piedra es habitualmente superior a un centímetro.

SMC (especialmente, los diferentes productos de radar o las alertas de *lightning jump*). En la página web <https://www.meteo.cat/wpweb/observacions/campanya-meteocatpedra/> se puede encontrar más información al respecto (la figura 3 muestra una captura de pantalla de la página de bienvenida del proyecto).

a partir de la media de píxeles con lados de longitud igual o superior al kilómetro, a partir de variables como la reflectividad radar o la temperatura de brillo que no se corresponden exactamente con variables observables (medida del pedrisco, energía cinética) y que, además, se miden por encima de la superficie terrestre. Por eso, hace falta una confirmación en superficie, la verdad- terreno, del mismo modo que hace falta la medida de un pluviómetro cuando se hacen estimaciones de la precipitación.

Base de datos de *Plegalapedra*: ciencia ciudadana mediante redes sociales

En el año 2016 el SMC puso en marcha, conjuntamente con las Diputaciones de Girona y Lleida, y con el apoyo de la Asociación de Defensa Vegetal (ADV-Terres de Ponent) y la Universidad de León, un proyecto llamado *Plegalapedra*, que tiene como objetivos principales recoger información de granizadas mediante las redes sociales (correo electrónico, Whatsapp, Twitter e Instagram) y, por otro lado, dar a conocer las afectaciones de las granizadas a la sociedad catalana. Además, sirve para validar los datos de teledetección del

La idea central del proyecto es aprovechar las grandes ventajas que tienen los aparatos electrónicos actuales, especialmente los *smartphones*. Estas herramientas permiten que granizadas que han afectado zonas montañosas poco habitadas, pero transitadas por excursionistas, o pequeñas poblaciones o, incluso, masías puedan reportar casos que, de otro modo, no se hubieran conocido. En esta web se explica que los registros han de tener el formato siguiente: fecha y hora, localización (si puede ser en coordenadas o con geolocalización), el diámetro aproximado y, si es posible, una pequeña descripción del episodio. Además, uno de los requerimientos más importantes es que toda esta información vaya acompañada de una fotografía y/o un video, que tendría que incluir un objeto de referencia (especialmente recomendable es una moneda) junto a las piedras de granizo. Uno de los motivos de estos requerimientos es eliminar los bulos o registros falsos que algunos usuarios podrían enviar simplemente para dar publicidad de sí mismos o de algún lugar.

Ventajas y limitaciones del uso de la ciencia ciudadana para el estudio de las granizadas

Cómo se ha comentado previamente, las granizadas tienen una extensión espacial y temporal muy limitada. Por otra parte, dependiendo de la zona afectada, el impacto social es bajo (cuando afecta a áreas de montaña o regiones con una baja densidad de población) o, por el contrario, muy elevado (si se producen en ciudades grandes o de tamaño medio, tiene una afectación extraordinaria sobre explotaciones agrícolas, o afecta a acontecimientos especiales, como, por ejemplo, un partido de fútbol o una vuelta ciclista). Además, el impacto no es el mismo si se produce durante el día o por la noche. **Esto hace que el número de registros por episodio sea muy variable.** Este sería el primer punto débil de este trabajo. Aun así, justo es decir que **un único regis-**

Campanya #meteocatpedra



Amb el suport de:

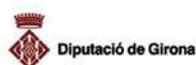


Figura 3: Portada de la web del proyecto Plegalapedra del Servicio Meteorológico de Cataluña

El uso de la ciencia ciudadana en el estudio de las granizadas

tro tiene una gran importancia a la hora de validar un episodio. Esto es, por lo tanto, una gran ventaja respecto a otras fuentes de datos (como por ejemplo la red de observadores meteorológicos del SMC), que solo registrarán observaciones en los municipios en los que haya alguien de la red.

tes de la actividad eléctrica, los cuales están asociados con fenómenos severos, especialmente granizo, rachas de vientos fuertes e intensidades de precipitación muy elevadas), pero también hay que ir revisando los diferentes canales por donde puede llegar el registro (hay que tener en cuenta

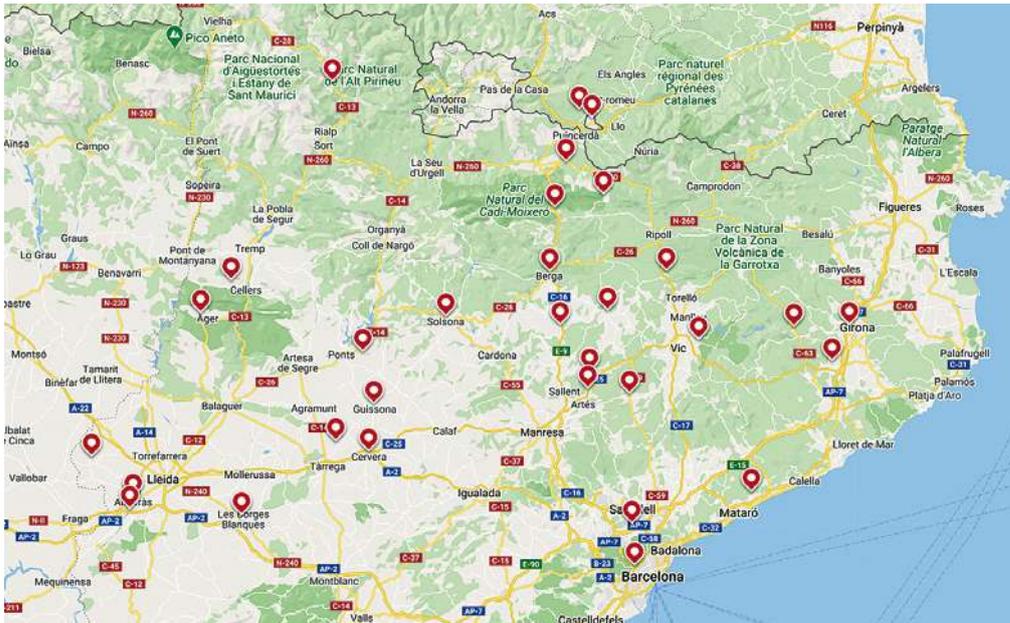


Figura 4: Registros en la base de datos de Plegalapedra de junio de 2020

Si seguimos comparando con redes más profesionales, tenemos otra desventaja clara, que afecta especialmente a las zonas poco pobladas: los **registros no son homogéneos en el tiempo**, es decir, no todas las granizadas que afecten a aquel lugar tienen porque ser detectadas por alguien. Esto dificulta poder hacer un trabajo climatológico, o, como mínimo, lo limita. Por el contrario, y como punto fuerte, podemos detectar la gran variabilidad espacial de las granizadas a partir de los numerosos registros cuando estas afectan a municipios o comarcas muy habitadas (especialmente alrededor de Barcelona, Mataró, Lleida, Vic y Girona), cosa que no se nos garantiza cuando tenemos un único observador de una red profesional o semi-profesional.

Finalmente, el uso de estos datos **implica un gran esfuerzo por parte de los técnicos del SMC**, en cuanto al seguimiento de los episodios, recogida de la información y almacenamiento en una base de datos. Por ejemplo, hace falta que se esté al tanto de cualquier posible episodio mediante el seguimiento de las imágenes de radar y de las alertas generadas por la herramienta del *lightning jump* (un algoritmo que agrupa descargas eléctricas de una tormenta e identifica y alerta de incrementos importan-

que, a pesar de no tener la misma importancia que una granizada grande, puede haber granizadas que pueden proporcionar registros que pueden ayudar a conocer el comportamiento de las nubes que las han producido). Este esfuerzo queda compensado por la **mejora en el conocimiento de este fenómeno, en su variabilidad, la naturaleza del crecimiento de las piedras durante su formación, zonas de afectación y un largo etcétera de beneficios**. Hay que decir que en temporadas en las que no se ha podido dedicar tiempo a estas tareas se ha observado un notable decrecimiento en la recogida de esta información.

Las figuras 4 y 5 muestran los resultados de un mes de campaña (junio de 2020), en el visor del SMC. Se puede observar en la figura 4 como hubo un total de 31 zonas con al menos un registro. Cada marcador rojo puede incluir varios registros (con una única fotografía o video por usuario) y, además, diferentes episodios ocurridos durante todo el mes. Es decir, cada registro debe tener al menos una imagen, pero puede



Figura 5: Ampliación de la figura anterior para la zona central de Cataluña con un ejemplo de fotografía reportada durante la campaña (20 de junio de 2020, Horta d'Avinyó, fuente: Damià)

haber para un mismo municipio varios episodios durante el mismo mes (reportados por el mismo usuario), aunque esto último es poco habitual. La figura 5 es una ampliación de la zona central de Cataluña con un ejemplo de fotografía guardada y que sirve para la descripción del episodio.

Algunos resultados

Para acabar este pequeño análisis del uso de la ciencia ciudadana aplicado al estudio de las granizadas, queremos dar una serie de datos que permiten reflejar la importancia de esta información, y que creemos que tiene que crecer en un futuro no muy lejano. Una vez validados los datos, tenemos para las 5 campañas (2016 a 2020), y una vez descartados aquellos otros datos que han llegado por otra fuente más “profesional” (Xarxa d’Observadors Meteorològics -**XOM**, o Red de Observadores Meteorológicos del SMC, **EMA**- Estación Meteorológica Automática del SMC-, **TV3** -Televisión de Catalunya-, **ADV** -Asociación de Defensa Vegetal de Terres de Ponent-, etc.):

- ✓ un total de 772 registros completos.
- ✓ 193 días con registros.
- ✓ por años: 54 (2016), 104 (2017), 244 (2018), 105 (2019) y 265 (2020).
- ✓ por meses, solo diciembre no presenta ningún registro, mientras que la gran mayoría de los datos los tenemos entre mayo y agosto (61.3 % de los registros).
- ✓ los meses de enero, febrero, marzo y noviembre suman entre ellos solamente un 11.3 % de los casos, mientras que junio solo ya presenta un 17.6 %.
- ✓ por días, 53 solo tienen 1 registro, 98 entre 2 y 5 registros, 27 días entre 6 y 10 registros, y, para acabar, 15 días con más de 10 registros.
- ✓ el día con más registros fue el 9 de abril de 2019, con un episodio que afectó las comarcas que engloban el área metropolitana de Barcelona.
- ✓ otros días importantes por el número de registros son el 12 de mayo de 2018, el 3 de junio y el 14 de octubre de 2020, todos con 20 registros. Los dos primeros casos afectaron especialmente a las Terres de Ponent de Cataluña, mientras que el último fue, de nuevo, un episodio centrado en la costa central.
- ✓ las 42 comarcas de Cataluña tienen al menos un registro (la Ribera d’Ebre presenta el valor más bajo con solo un registro), mientras que 6 comarcas (Ripollès -37-, Osona -36-, Vallès Oriental -33-, Vallès Occidental -37-, Segrià -40-, y Baix Llobregat -36-) superan la treintena de casos.
- ✓ si se considera la extensión, las 5 comarcas con más registros por área son Barcelonès, Baix Llobregat, Maresme, Vallès Occidental y Cerdanya.
- ✓ en cuanto a la medida de las piedras de granizo, un 25 % de los registros tenían un diámetro inferior a 1 cm, la gran mayoría (55 %) del orden del centímetro, un 18 % estaba entre los 2 y los 3 cm, y tan solo un 2 % superaba los 4 cm, con un valor máximo de 6 cm.

Bibliografía *de los autores:*

● Farnell Barque, Carme; Rigo, Tomeu: Alertas de tiempo severo mediante descargas eléctricas: el algoritmo del Lightning Jump en el Servei Meteorològic de Catalunya, 2019, Sexto Simposio Nacional De Predicción – Memorial Antonio Mestre, Agencia Estatal de Meteorología

● Farnell, Carme; Rigo, Tomeu; Martin-Vide, Javier: Application of cokriging techniques for the estimation of hail size, *Theoretical and applied climatology*, 131, 1-2, 133-151, 2018, Springer

● Rigo, Tomeu; Farnell, C: Using maximum Vertical Integrated Liquid (VIL) maps for identifying hail-affected areas: an operative application for agricultural purposes, *Tethys: revista meteorología y climatología mediterránea*, 16, 15-24, 2019, Associació Catalana de Meteorologia

● Farnell, C; Rigo, T; Pineda, N: Lightning jump as a nowcast predictor: application to severe weather events in Catalonia, *Atmospheric Research*, 183, 130-141, 2017, Elsevier

● Farnell, C; Rigo, T; Pineda, N: Exploring radar and lightning variables associated with the Lightning Jump. Can we predict the size of the hail?, *Atmospheric Research*, 202, 175-186, 2018, Elsevier

● Farnell, Carme; Rigo, Tomeu: The Lightning Jump Algorithm for Nowcasting Convective Rainfall in Catalonia, *Atmosphere*, 11, 4, 397, 2020, Multidisciplinary Digital Publishing Institute

otros autores:

● Amburn, Steven A., and Peter L. Wolf. “VIL density as a hail indicator.” *Weather and forecasting* 12.3 (1997): 473-478.

● Edwards, Roger, and Richard L. Thompson. “Nationwide comparisons of hail size with WSR-88D vertically integrated liquid water and derived thermodynamic sounding data.” *Weather and Forecasting* 13.2 (1998): 277-285.

● Ortega, Kiel L., John M. Krause, and Alexander V. Ryzhkov. “Polarimetric radar characteristics of melting hail. Part III: Validation of the algorithm for hail size discrimination.” *Journal of Applied Meteorology and Climatology* 55.4 (2016): 829-848.

● Sánchez, J. L., et al. “Nowcasting of kinetic energy of hail precipitation using radar.” *Atmospheric Research* 123 (2013): 48-60.

● Schuster, Sandra S., Russell J. Blong, and K. John McAneney. “Relationship between radar-derived hail kinetic energy and damage to insured buildings for severe hailstorms in Eastern Australia.” *Atmospheric research* 81.3 (2006): 215-235.

● Aran, M, JC Pena, and M Torà. “Atmospheric circulation patterns associated with hail events in Lleida (Catalonia).” *Atmospheric research* 100.4 (2011): 428-438.

● Pascual Berghaenel, Ramón. “Hailstorms characteristics and initiation in Western Catalonia (Spain).” (2004). 3rd European Conference on Severe Storms. León, November, 2004