

Un problema sempre più GRANDINE

Il cambio climatico ha **triplicato** le grandinate in Europa, e l'**Italia** è il Paese con il maggior aumento. Un aiuto arriva da previsioni meteo più accurate, che vedono il pericolo con sempre maggior **anticipo**.

di Vito Tartamella

BOMBE GELATE

Chicchi grandi come palle da baseball: quando cadono provocano danni ad auto e finestre.



I

l cielo diventa buio. Raffiche di vento trasportano una fitta pioggia di gocce ghiacciate, poi i chicchi diventano sempre più grandi. Prima come piselli, poi come biglie, infine come albicocche... Piovono dal cielo senza sosta e rimbalzano sull'asfalto in un fragore assordante. La grandinata si consuma in pochi minuti. Poi il cielo rischiarerà un paesaggio da apocalisse: rami spezzati, automobili ammaccate e pensiline degli autobus in frantumi. Come dopo un bombardamento: un chicco grande come un pompelmo, che cada alla velocità 150 km orari, ha la stessa forza d'impatto di un proiettile calibro 9.

Scene come questa stanno diventando sempre più frequenti, in tutta Europa. Lo dicono i dati dell'European Severe Storms Laboratory (Essl), che indaga sui fenomeni meteo più intensi: negli ultimi 16 anni in tutta Europa le grandinate con chicchi superiori ai 2 cm di diametro sono più che triplicate.

«Parte di questo aumento è dovuto a una più capillare rete di segnalazioni in Europa, anche da parte dei cittadini che documentano gli eventi con i telefoni cellulari», avverte Tomas

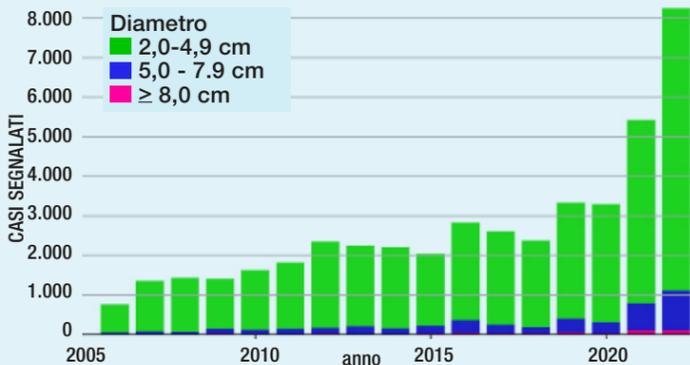
Pucik, uno degli esperti di Essl. «Ma questo fattore, da solo, non basta a spiegare l'aumento delle grandinate».

Il clima sta cambiando, e l'ultimo biennio (2021 e 2022) lo dimostra in modo impietoso: nel 2022 si sono registrate 8.244 segnalazioni di grandine, il 51% in più rispetto al 2021, che già fu un anno record (v. *grafico alla prossima pag.*). Il 30% delle segnalazioni è arrivato dalla Francia, seguita da Italia (12%) e Germania (7%). In questi due anni neri, riferisce Coldiretti, i danni subiti in Italia dalle imprese agricole assicurate hanno superato il miliardo di euro. È andata peggio alla Francia, dove si sono registrati danni per 3,9 miliardi di euro solo nel 2022 (dati Aon Weather).

ANDRÀ SEMPRE PEGGIO

E il futuro non fa ben sperare: secondo le ultime ricerche, dovremo rassegnarci a convivere sempre più spesso con le forti grandinate. In uno studio pubblicato su *Npj Climate and Atmospheric Science* un gruppo di meteorologi di Essl ha simulato 14 diversi scenari climatici da qui al 2100, con un risultato ▶

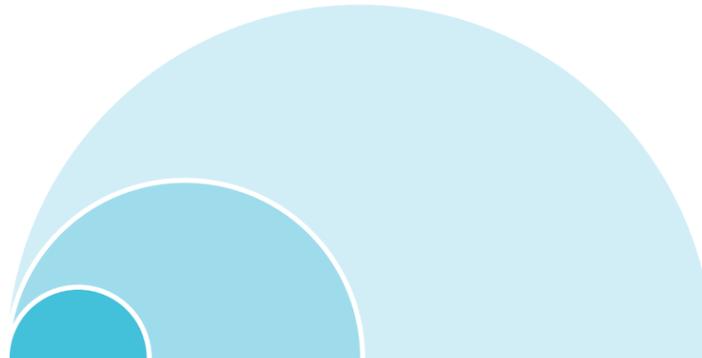
L'ANDAMENTO DEGLI ULTIMI 16 ANNI



Dal 2006 al 2022 l'European Severe Storms Laboratory (Essl) ha censito 45.297 eventi di grandine forte (> 2 cm): le segnalazioni di grandinate sono più che triplicate. Il Paese più colpito è la Germania (5.795 eventi), seguita da Russia (5.079), Polonia (4.859), Francia (4.326), Italia (4.221), Turchia (3.348), Austria (1.832). La Germania ha registrato il maggior numero di feriti e il maggior numero di eventi con danni oltre un miliardo di dollari.

I DANNI DELLE GRANDINATE

I danni causati dalla grandine dipendono per lo più dalla dimensione del chicco, ma anche da altri fattori (velocità di caduta, durezza, forma, traiettoria) che possono potenziarne o mitigarne gli effetti.



2 cm (come un chicco d'uva): danni a coltivazioni (soprattutto grano, mais, soia).

5 cm (come una palla da biliardo): danni ad auto e finestre.

10 cm (come un pompelmo): danni a tetti e persone. Un chicco di 10 cm di diametro che cade a 150 kmh ha la stessa forza di un proiettile calibro 9.

In Europa, la Pianura Padana è l'area dove le grandinate forti si sono acuite di più

CIMA PIATTA

Un cumulonembo a incudine: da queste nubi temporalesche si generano le grandinate.

inequivocabile: in tutte le proiezioni, le grandinate di grandi dimensioni (con chicchi superiori ai 5 cm di diametro) risultano aumentare dal 47% al 139% rispetto a oggi. Soprattutto in Italia Settentrionale. Perché queste previsioni fosche? E perché proprio l'Italia? E come possiamo difenderci?

LE ZONE CRITICHE

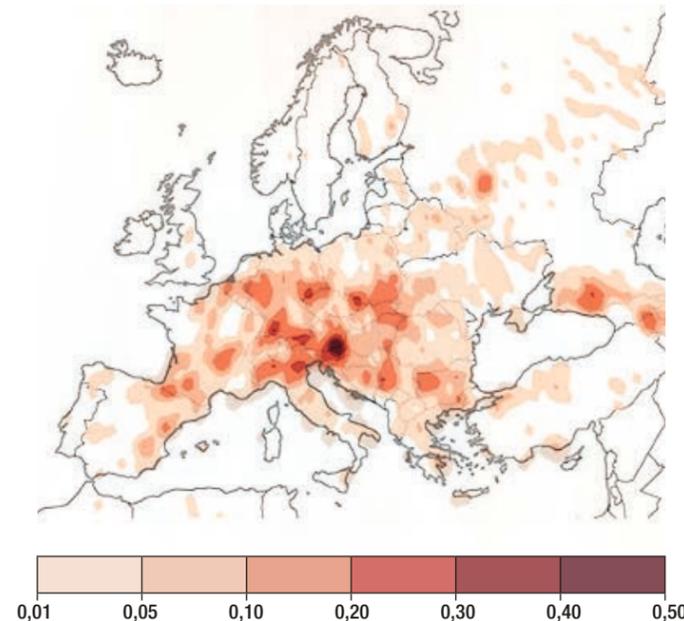
Studiare la grandine non è semplice. «Le grandinate evolvono rapidamente e colpiscono aree limitate. Questa loro natura sfuggente rende difficile sia l'osservazione sia la previsione», osserva Sante Laviola, ricercatore dell'Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima al Cnr di Bologna. La grandine si forma quando intense correnti ascensionali calde, ricche d'umidità, spingono le gocce d'acqua verso le quote più alte e fredde delle nubi temporalesche: si formano cristalli di ghiaccio che, scontrandosi, si aggregano fra loro dando origine ai chicchi che poi precipitano a terra (v. *infografica alle prossime pag.*).

Perciò la grandine cade più spesso nelle zone costiere, dove il mare, evaporando, produce molta umidità e aria calda, e nelle zone montuose: le montagne spingono i venti orizzontali verso l'alto, intensificando le correnti ascensionali dei temporali. E le quote più elevate, a temperature più basse, consentono alla grandine di restare congelata prima di arrivare al suolo. Ecco perché le zone più colpite dalla grandine sono le grandi pianure americane, il Sudafrica, l'Argentina Centrale, la Cina, l'Australia del Sud e l'Africa Equatoriale. La località peggiore al mondo è Kericho (Kenya), a 2.200 metri di quota sulla Rift Valley: qui grandina in media un giorno alla settimana per tutto l'anno.

Ma anche l'Europa non scherza: le zone vicine alle montagne in Francia, Germania, Polonia, Italia sono le più bersagliate. Di recente, diversi scienziati hanno studiato retrospettivamente i dati meteo e satellitari degli ultimi decenni alla luce delle più recenti scoperte sulla dinamica della grandine. E i risultati non lasciano dubbi: in Europa le piogge di ghiaccio sono diventate

LA GRANDINE IN EUROPA...

Nella mappa, le zone europee con la maggior frequenza di grandine (2006-2018). Per gran parte d'Europa il mese nero della grandine, ossia il picco, è giugno; è a luglio per Spagna, Francia, Italia e Regno Unito. In generale, le aree continentali hanno il picco d'estate (giugno-luglio), quelle costiere in autunno (settembre-ottobre), quando sul Mediterraneo c'è bassa pressione. L'ora più frequente della grandine è fra le 12 e le 16.



Fonte: Tomas Pucik "Large Hail Incidence and Its Economic and Societal Impacts across Europe" su *Monthly weather review* 01 Nov 2019

molto più frequenti. Uno studio del gruppo di ricerca di Laviola, pubblicato sulla rivista *Eos*, ha rilevato che nell'ultimo decennio (2010-2021) le grandinate forti sul bacino del Mediterraneo sono aumentate del 30% rispetto al decennio precedente (1999-2010). E l'incremento è ancor più notevole se ci si spinge più indietro nel tempo: rispetto agli anni '50, ha scoperto Francesco Battaglioli di Essl, «le grandinate con chicchi superiori ai 5 cm di diametro sono triplicate nel Nord Italia e quasi raddoppiate nel Sud Italia. Il nostro Paese è quello dove si è registrato l'incremento più forte in assoluto in tutta Europa».

DANNI, MORTI E FERITI

Perché avviene questo? Il sospettato numero uno è il riscaldamento globale, che favorisce la formazione di fenomeni meteo estremi perché aumenta l'evaporazione d'aria carica d'umidità dal mare o dalla superficie terrestre. «Il bacino del Mediterraneo si sta scaldando del 20% più velocemente rispetto alla media globale, e questo calore immette molta energia nella formazione di nubi temporalesche», spiega Laviola. «Lo stesso avviene nella Pianura Padana, una delle zone più grandinogene d'Europa perché trattiene molto calore ed è circondata da montagne: così, quando si hanno intrusioni di aria fredda dal Nord Atlantico, si creano le condizioni per la formazione di violente grandinate». Non è un caso che uno degli eventi più gravi degli ultimi anni sia avvenuto a Bardolino (Verona), sulla costa orientale del lago di Garda: il 4 agosto 2002 una tempesta di grandine con chicchi grandi come pesche causò 20 feriti e danni per 590,7 milioni di dollari dell'epoca (dati MunichRe). Perché le grandinate possono danneggiare i raccolti (soprat-



... E IN ITALIA

Nella mappa, le aree colpite da grandinate in Italia dal 2006 al 2022. La Pianura Padana è l'area più colpita per numero di eventi e per gravità. In Italia nel 2022 ci sono state 993 grandinate: le regioni più colpite sono state Veneto, Trentino-Alto Adige, Lombardia e Piemonte, ovvero le Prealpi e la Pianura Padana. In Europa nel 2022 ha grandinato 213 giorni (il 58,3%). I tre giorni neri: 25 maggio, 4 e 20 giugno.

Diametro
▲ 2,0-4,9 cm
▲ 5,0 - 7,9 cm
▲ ≥ 8,0 cm

Fonte: European Severe Weather Database eswd.eu ed European Severe Storms Laboratory Essl.org

I RECORD

20,3 cm: il diametro del più grande chicco di grandine. È caduto il 23 luglio 2010 a Vivian (Usa) e pesava 878,8 g. In Europa il record spetta a un chicco di 15 cm caduto in Romania il 20 giugno 2016. In Italia il chicco record è stato di 14 cm (Pescara, 10 luglio 2019).

47,6 cm: la circonferenza massima raggiunta da un chicco. È caduto il 22 giugno 2003 ad Aurora (Usa).

1,02 kg: il maggior peso di un singolo chicco. È caduto il 14 aprile 1986 a Gopalganj (Bangladesh).

132 giorni/anno: il record di giorni di grandine registrato nel 1965 a Kericho (Kenya), località equatoriale a 2.200 m di quota. In media ha 50 giorni di grandine l'anno.

4,68 miliardi di dollari: il danno più ingente mai provocato da una grandinata. Il 27-28 luglio 2013 in Germania (Reutlingen, Pfortzheim, Wolfsburg e Hannover).

246 morti: il bilancio più tragico di una grandinata. Avvenuta il 30 aprile 1888 a Moradabad (India).

400 feriti: il maggior numero di feriti in una singola grandinata a Monaco (Germania), 12 luglio 1984. Il record italiano è di 20 feriti a Bardolino il 4 agosto 2002.

20mila persone: i cittadini evacuati dal West Edmonton Mall, centro commerciale a Edmonton (Canada), dopo che la grandine aveva distrutto i tetti di vetro, 11 luglio 2004.

100mila case: le abitazioni rimaste senza energia elettrica a Chicago, 18 maggio 2000.

40mila auto: i veicoli danneggiati da una grandinata, il 14 aprile 1999 a Sydney (Australia). A essi si aggiungono i danni riportati da 25 aerei.

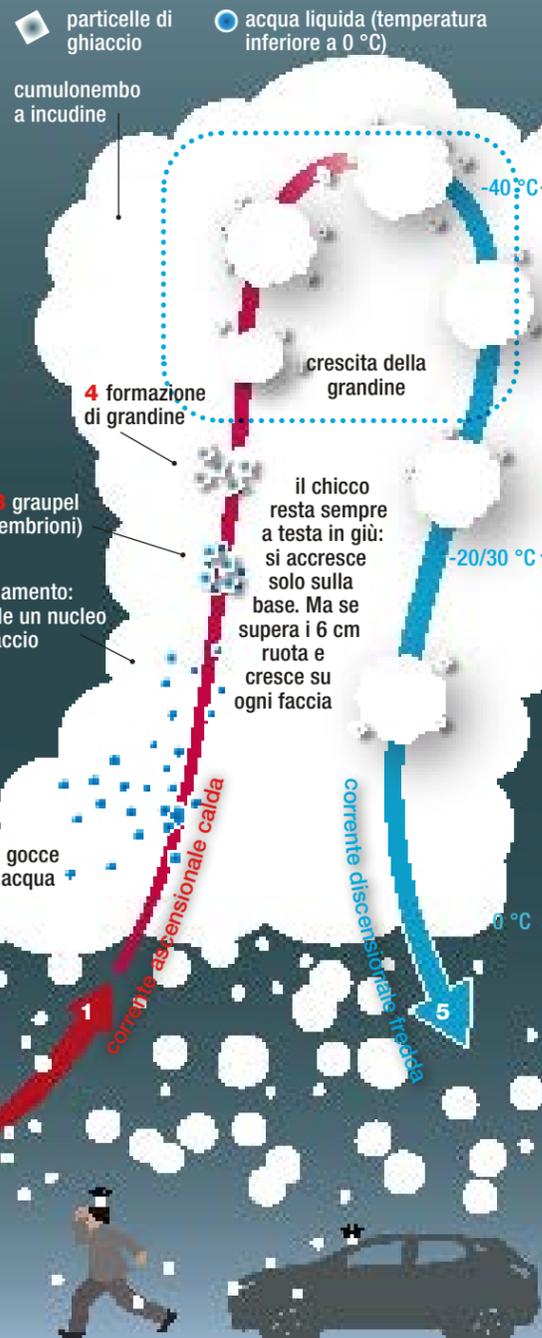
Fonti: NOAA, WMO, Wikipedia, MunichRe

COME SI FORMA LA GRANDINE

La grandine si forma in grandi nubi temporalesche, i cumulonembi: hanno una struttura a "torre" e nella fase matura possono avere la sommità appiattita, assumendo la forma di un'incudine. In queste nubi, che superano i 10 km di quota, il temporale dà origine a forti fenomeni atmosferici.

La grandine si forma quando intense correnti ascensionali calde (1) spingono le gocce d'acqua verso la zona fredda dei cumulonembi, dove le temperature sono sotto zero. Le correnti ascensionali, spesso sopra i 100 km/h, portano in alto le gocce d'acqua (2). I chicchi di grandine si formano attorno a un nucleo di condensazione (pulviscolo atmosferico) che forma il graupel (3), un cristallo di ghiaccio ricoperto di goccioline d'acqua sovrassature (liquide anche se la temperatura è sotto zero). Trasportati dalle correnti ascensionali, i cristalli si accrescono, aggregandosi con altre goccioline sovrassature o cristalli di ghiaccio (4). Il chicco di grandine continua a salire finché la sua massa non potrà più essere sostenuta dalla corrente ascensionale: può arrivare a oltre 10 km di altezza in 30 minuti. Poi cade a terra (5), trascinato da una corrente discensionale fredda. Anche se la temperatura degli strati più bassi è sopra gli 0 °C, il chicco, se è grande, può rimanere ghiacciato perché li attraversa velocemente.

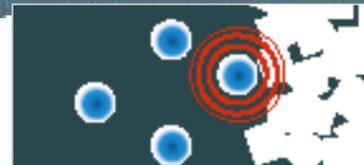
La grandine ha una struttura a cipolla: alterna strati opachi e trasparenti. Lo strato opaco si forma per il congelamento istantaneo delle goccioline sovrassature nella parte fredda della nube; lo strato trasparente, invece, è dato da un ghiacciamento più lento dell'acqua durante la risalita dei chicchi dalla zona più calda. Di solito le grandinate durano poco (in media 10 minuti) e interessano aree limitate (5-10 km²).



TIPI DI CRESCITA

Nella corrente di salita dentro la nuvola, le differenze nella temperatura e nella densità delle gocce determinano la struttura dei chicchi.

CRESCITA UMIDA



L'acqua liquida si accumula sul chicco e congela, rilasciando calore.



La superficie del chicco si fonde parzialmente, permettendo all'acqua liquida di penetrare nei suoi pori.



Alla fine si forma uno strato esterno omogeneo, trasparente e appiccicoso.

CRESCITA SECCA



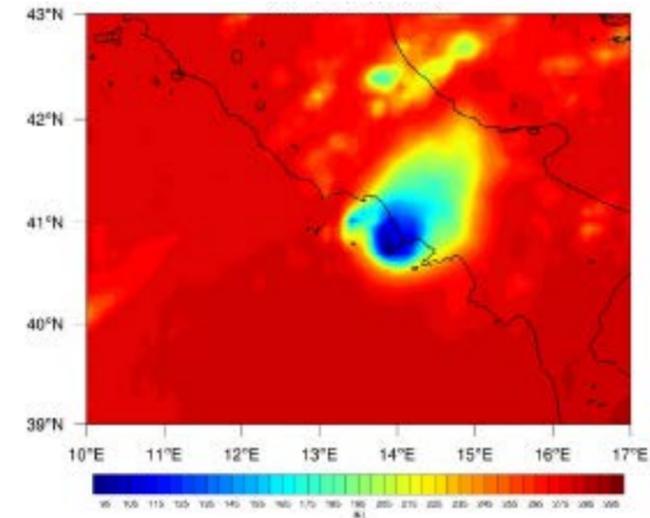
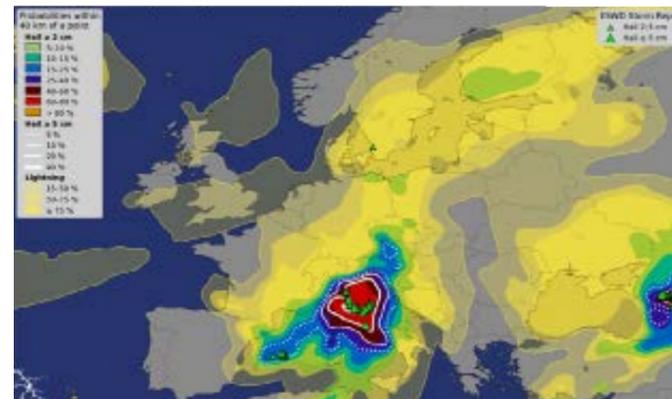
Se la temperatura superficiale resta sotto gli 0 °C, quando il chicco viene a contatto con acqua liquida, intrappola sacche d'aria sotto lo strato esterno, dandogli così un aspetto latteo traslucido.

Se si taglia a metà un chicco si vedono gli anelli alternati prodotti dai diversi tipi di crescita e gli strati prodotti dai vari cicli di salita e discesa.



CONTROLLI

A sin., grandinata epocale a Bogotà (Colombia) nel 2007. A destra, la grandinata del 2015 a Napoli vista dai satelliti: il blu indica l'area della nube più carica di chicchi. Sotto, il sito stormforecast.eu: indica le zone con più probabilità di grandine.



Oggi, grazie ai dati rilevati dai **satelliti**, potenti computer meteo possono prevedere le probabilità di grandine con **2 giorni** d'anticipo

possono colpire anche solo un'area di pochi km². Per questo si poteva prevedere un evento al massimo con 30 minuti – ma più spesso solo con 10 minuti – di anticipo.

Ma ora Essl ha aperto un sito di previsioni meteo dedicate ai fenomeni più intensi: stormforecast.eu. «Il sito elabora in automatico, mescolando nostri algoritmi con modelli meteorologici mondiali, le probabilità di grandine e fulmini in Europa con una mappa interattiva», spiega Battaglioli. «Riusciamo a prevedere la formazione di temporali violenti, elaborando stime di probabilità della grandine con 2 giorni di anticipo. È un sito sperimentale, ma speriamo possa aiutare a monitorare i fenomeni più intensi».

RADAR E SATELLITI

La formazione di grandine si può controllare in due modi: il più preciso è attraverso i radar meteorologici di terra, che rilevano i cristalli di ghiaccio in formazione in cima alle nubi. Ma i radar possono dare allerte con breve preavviso e per aree limitate.

Più ampia la portata dei satelliti, che riescono a individuare, attraverso i sensori a microonde, la formazione di cristalli di ghiaccio nelle nuvole. Fino a pochi anni fa, si utilizzava solo lo spettro di frequenze basse delle microonde, sensibili ai chicchi più grandi. Di recente Laviola ha utilizzato le frequenze più alte per riconoscere anche i chicchi più piccoli, rendendo così possibile identificare una grandinata già nelle fasi precoci di formazione. I satelliti meteo fotografano la situazione in tempo reale, ma con il rischio di sovrastimare le allerte: rilevano la presenza di grandine nelle nubi temporalesche, ma non necessariamente i chicchi raggiungeranno il suolo.

«I satelliti, in realtà, non captano direttamente i chicchi di grandine: rilevano invece come essi perturbano il campo di radiazione emesso naturalmente dalla Terra», precisa Laviola. «Il nostro metodo potrà essere adottato nelle nuove genera-

zioni di satelliti meteo del programma Eumetsat, i MetOp di seconda generazione che saranno lanciati fra 2025 e 2039. Sono 6 satelliti equipaggiati con sensori a microonde, che potranno aiutarci a monitorare le grandinate con maggior precisione: anche gli eventi che avvengono in mare aperto, che oggi per lo più ci sfuggono».

LE DIFESE: RETI E TETTI PIÙ ROBUSTI

Che fare dunque? Le difese sono poche e costose: i campi coltivati si possono proteggere con reti anti grandine, e chi vive in zone a rischio di forti grandinate dovrà investire in strutture più robuste, ossia vetri temperati per serre e pannelli solari. E i sistemi anti grandine, come i cannoni a onde sonore e l'inseminazione artificiale delle nubi? «I cannoni antigrandine, che dovrebbero frantumare i chicchi in formazione nelle nubi sparando forti impulsi sonori, non sono efficaci», risponde Laviola. «Per quanto riguarda l'inseminazione delle nubi, è una pratica che consiste nel lanciare razzi che contengono ioduro d'argento o nel disperdere tali molecole dagli aerei che entrano nelle nubi temporalesche: questa sostanza, avendo alte proprietà igroscopiche cioè di attirare molecole d'acqua, fornisce ulteriori nuclei di condensazione per l'umidità o cristalli di ghiaccio, in aggiunta al naturale pulviscolo atmosferico, e rende la dimensione delle gocce e dei chicchi di grandine più piccola. Ma questo metodo ha costi elevati e risultati scarsi».

In Europa, intanto, oltre agli scienziati c'è qualcun altro che si preoccupa del fenomeno: le compagnie d'assicurazione. Bersagliate da sempre più richieste di risarcimento per danni, stanno correndo ai ripari: «Ci hanno richiesto mappe dettagliate sulle grandinate del passato, alla risoluzione di 10-20 km, per identificare le aree a più alto rischio nel nostro Paese», racconta Laviola. Se le polizze aumenteranno, ora sappiamo perché: è un altro regalo del cambiamento climatico in atto. **F**

CHICCO RECORD

In una grandinata avvenuta nel 2010 a Vivian (Usa) è caduto questo chicco di oltre 20 cm di diametro: è il più grande finora registrato nella storia moderna.



tutto di mais, grano, soia), le coperture delle serre, i parabrezza e le carrozzerie delle auto, le tettoie. E mettere in ginocchio gli aeroporti, danneggiando i velivoli e rendendo impraticabili le piste d'atterraggio. Possono anche ferire e talora uccidere le persone. Ed è sempre stato così: nel libro dell'Esodo della Bibbia, scritto nel VI secolo a.C., fu proprio una forte grandinata – una delle 10 piaghe d'Egitto – a convincere il faraone a lasciar partire il popolo d'Israele.

Che fare? I sistemi di allerta erano, fino a poco tempo fa, poco efficaci: le grandinate sono ancor più sfuggenti dei temporali, perché si formano in tempi rapidi e sono molto localizzate,