

Previsione di grandine sulle mappe simboliche

Documento di valutazione tecnica e proposta di evoluzione del servizio · aprile 2026

Le mappe simboliche oggi mostrano sole, nuvole, pioggia e neve, con un livello di affidabilità che è il risultato di un anno di affinamento. La grandine, invece, è un fenomeno che richiede un approccio diverso da quello usato per pioggia e neve: in queste pagine si spiega perché, cosa il sistema può già fare, e cosa servirebbe per emettere un'icona di grandine in modo scientificamente difendibile.

1. Perché la grandine non è semplicemente "pioggia ghiacciata"

Pioggia e neve sono fenomeni a larga scala: bastano poche grandezze (temperatura, umidità, quota dello zero termico) per dire con buona affidabilità che cosa scenderà a terra in un'area di una decina di chilometri. La grandine no.

I chicchi di grandine si formano dentro i singoli temporali — celle convettive di pochi chilometri di diametro che possono nascere ed esaurirsi in mezz'ora. La presenza, la dimensione e la zona effettivamente colpita dipendono da meccanismi a piccola scala: la velocità delle correnti ascendenti, la durata della cella, il taglio del vento alle diverse quote, l'altezza dello zero termico. Modelli meteorologici a risoluzione bassa "spalmano" questi processi su celle troppo grandi e finiscono per *perdere il segnale* di grandine, oppure per emetterlo in modo poco affidabile.

Implicazione pratica: per la grandine non basta dire «previsto» o «non previsto». Serve una **probabilità**: «domani pomeriggio, sulla zona X, c'è il 35% di rischio grandine.» È così che operano i centri specializzati (NOAA Storm Prediction Center, ESSL European Severe Storms Laboratory). Chiunque emetta un'icona di grandine "secca" senza probabilità sta semplificando troppo.

2. La situazione attuale: cosa fornisce ICON-2I

Le mappe simboliche di Pedemontana Forlivese e di meteo.sm Romagna sono oggi alimentate dal modello **ICON-2I**, gestito dall'Italia Meteo (consorzio AISAM). È un modello a risoluzione 2.2 km, deterministico (un solo scenario), aggiornato 4 volte al giorno con proiezioni fino a 72 ore. È adeguato per pioggia, neve, vento e copertura nuvolosa, ma sul fronte grandine ha tre limiti significativi:

- **Risoluzione 2.2 km:** le celle temporalesche reali hanno spesso diametri inferiori a 5 km; il modello le rappresenta in modo aggregato.
- **Nessun ensemble:** produce un solo scenario, quindi non può dire «*probabilità grandine 35%*»; al massimo può dire sì o no, con tutta l'inaffidabilità del caso.
- **Parametri convettivi limitati:** l'energia convettiva (CAPE) e l'indice di fulminazione (LPI) sono presenti, ma mancano variabili più discriminanti come la riflettività radar simulata e i livelli convettivi avanzati.

Si potrebbe costruire una stima euristica della grandine combinando i parametri esistenti (energia convettiva alta + zero termico basso + raffica forte = rischio grandine), ma l'esperienza scientifica mostra che **l'errore di questa stima è sufficientemente alto da non rendere prudente metterla in produzione senza un periodo di validazione**. Falsi allarmi su un servizio che il cliente paga sono peggio del non emettere previsione.

3. La proposta: integrazione del modello ICON-CH1-EPS

Il modello **ICON-CH1-EPS**, gestito da MeteoSwiss e già operativo nella nostra infrastruttura per altri prodotti, offre tre vantaggi sostanziali:

Caratteristica	ICON-2I (oggi)	ICON-CH1-EPS	Effetto
Risoluzione spaziale	2.2 km	1.1 km	Celle temporalesche risolte 4× meglio
Tipo di previsione	Deterministica (1 scenario)	Ensemble (11 scenari paralleli)	Permette di esprimere la grandine in <i>probabilità</i>
Aggiornamento	Ogni 6 ore	Ogni 3 ore	Maggiore freschezza nelle ore convettive
Parametri convettivi avanzati	Base	Completi	Diagnostica scientificamente solida
Orizzonte di previsione	72 ore	33-45 ore	Per la grandine non serve oltre i 2 giorni

Cosa significa "ensemble" in parole semplici. Invece di calcolare una sola previsione, il modello ne calcola 11 leggermente diverse, partendo da condizioni iniziali che riflettono l'incertezza naturale dei dati osservativi. Se 8 scenari su 11 prevedono grandine in un dato punto, possiamo dire al cliente: «*probabilità grandine 73%*». Se solo 1 su 11, è «*9%*». Questa metrica è quella effettivamente usata in tutti i servizi meteorologici professionali per fenomeni convettivi severi.

4. Come si tradurrebbe sulle mappe del cliente

L'integrazione produrrebbe sulle mappe simboliche, accanto alle attuali icone di pioggia/neve /temporali, un'icona aggiuntiva di rischio grandine con tre livelli di intensità (cromatici o grafici, da definire insieme al cliente):

Soglie indicative

- **basso** probabilità 10–30%: nessuna icona, ma eventualmente un alert testuale opzionale
- **medio** probabilità 30–60%: icona "rischio grandine" su sfondo giallo
- **alto** probabilità >60%: icona "grandine probabile" su sfondo arancio/rosso

Coerenza tra prodotti

L'icona apparirebbe sia sulle mappe simboliche orarie sia sulle *previsioni puntuali della località* già fornite oggi al cliente, mantenendo coerenza visiva tra mappa di sintesi e dato di dettaglio.

L'orizzonte temporale della copertura sarebbe naturalmente legato alla validità di ICON-CH1-EPS (33 ore, eccezionalmente 45 ore): **la grandine si prevede al massimo a 2 giorni di anticipo con ragionevole affidabilità**; oltre, qualunque previsione diventa speculativa. Sulle finestre più lontane le mappe continuerebbero ad usare ICON-2I e a non emettere icona grandine.

5. Onestà scientifica: cosa il sistema NON potrà dire

È importante che il cliente sappia in anticipo i limiti intrinseci del prodotto, per evitare aspettative non realistiche:

- **Dimensione del chicco:** indicativa, in classi (piccola / media / grande). La quantificazione precisa in centimetri è dominio della ricerca specialistica e non di un servizio operativo.

- **Posizione esatta del singolo temporale:** anche con 1.1 km di risoluzione, uno storm di 3 km di diametro può cadere "fra due celle del modello". Il prodotto resta una *probabilità di area*, non un puntamento di precisione metrica.
- **Tempistica esatta:** la grandine si concentra in finestre di 30-90 minuti. Il sistema simbolico aggrega in finestre di 6 ore: indica che durante quella finestra c'è stato rischio, non l'ora precisa.
- **Tempo zero (in corso):** per il "sta grandinando ORA" il dato di riferimento è il radar in tempo reale (DPC), non la previsione modellistica.

6. Stato di avanzamento e tempi

Buona parte dell'infrastruttura per ICON-CH1-EPS è già stata sviluppata in seno al progetto nelle ultime settimane:

- ✓ Pipeline di download e processamento ICON-CH1-EPS già operativa
- ✓ Calcolo dei parametri convettivi avanzati (12 parametri base + 13 derivati) già in produzione per le mappe nazionali, deployato il 20-21 aprile 2026
- ✓ Calcolo delle probabilità ensemble (probabilità di superamento di soglie) già implementato
- ○ Estrazione del prodotto "probabilità grandine" sulla griglia simbolica del cliente — da realizzare
- ○ Definizione delle soglie operative tarate sull'area Pianura Padana / Romagna — da validare su dati storici
- ○ Asset grafici delle icone "rischio grandine" / "grandine probabile" — da disegnare in armonia con le icone esistenti
- ○ Periodo di validazione "in ombra" (sistema attivo, icone loggate ma non visibili al cliente) per misurare quanti falsi allarmi e quante grandinate perse — **imprescindibile prima del rilascio in produzione**

Tempi indicativi:

Fase	Durata	Esito
Sviluppo estrazione + asset	1-2 settimane	Sistema pronto, icone non ancora pubblicate
Validazione "in ombra"	1 stagione attiva (giu-set 2026)	Misura oggettiva di affidabilità: tasso di falsi allarmi e di mancati avvisi
Eventuale rilascio	autunno 2026	Solo se la validazione mostra affidabilità adeguata

7. Sintesi per la decisione

Tecnicamente fattibile. Il sistema ha già in produzione gran parte dell'infrastruttura necessaria. Aggiungere la previsione di grandine sulle mappe del cliente comporta uno sviluppo gestibile (~2 settimane) seguito da un periodo di validazione di una stagione attiva.

Scientificamente difendibile solo se basato su probabilità ensemble (non su soglie deterministiche). Questo è il punto su cui non si può transigere: emettere un'icona "grandine sì / no" da un singolo modello sarebbe un servizio inferiore agli standard del settore e produrrebbe falsi allarmi che minano la fiducia del cliente nei restanti prodotti della mappa.

Onesto verso il cliente: comunicare in anticipo cosa il sistema può e non può dire (probabilità di area, non puntamento metrico; classi di dimensione, non centimetri; finestre 6 ore, non orari precisi) è parte del valore stesso del servizio.

Riferimenti tecnici per chi volesse approfondire: Johnson & Sugden 2014 (Significant Hail Parameter), Edwards et al. 2018 (hail size diagnostic), Thompson et al. 2003 (storm prediction parameters), Stoelinga et al. 2003 (microfisica graupel/hail). Sistema operativo di riferimento mondiale: NOAA Storm Prediction Center (SPC), Norman OK. Sistema europeo: ESSL European Severe Storms Laboratory, basato su ECMWF ensemble.

Documento preparato a uso interno per valutazione condivisa con il cliente. Le informazioni qui contenute riflettono lo stato dell'infrastruttura al 28 aprile 2026 e sono soggette a evoluzione in base allo sviluppo del progetto e alla disponibilità dei dati di osservazione per la validazione.