

Herramienta para la Detección de Ambientes favorables para Convección Severa con Granizo GR02T

By José Manuel Gálvez

15 de octubre de 2025

GR02T: “Granizo Versión 2 – Trial”

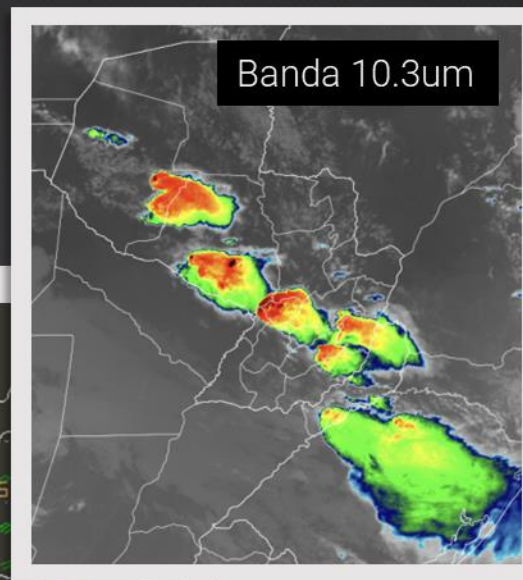
El GR02T es una herramienta desarrollada específicamente para detectar ambientes favorables para granizo generado por tormentas severas en Sudamérica.

Lo desarrollaron Néstor Santayana (INUMET) y José Manuel Gálvez (NOAA), quienes iniciaron creando el GR01 el 2015. Esta era una versión simple basada en umbrales de variables clave presentes durante eventos de granizo en Uruguay.

El GR01 evolucionó a GR02T en 2019, una versión mucho más compleja.



Evento del 21 de setiembre de 2025 en Paraguay, mostrando salidas cerca a las 21 UTC.



Motivación

El granizo representa una amenaza significativa en partes de Sudamérica, particularmente en las cuencas del Paraná y del Río de la Plata, afectando a Argentina, Uruguay, Paraguay y el sur de Brasil.



Granizo grande en Paraguay, 21 de setiembre de 2025.
Fuente: DMH



Granizo grande en Argentina, 12 de marzo de 2024. Fuente: weatherandradar.com

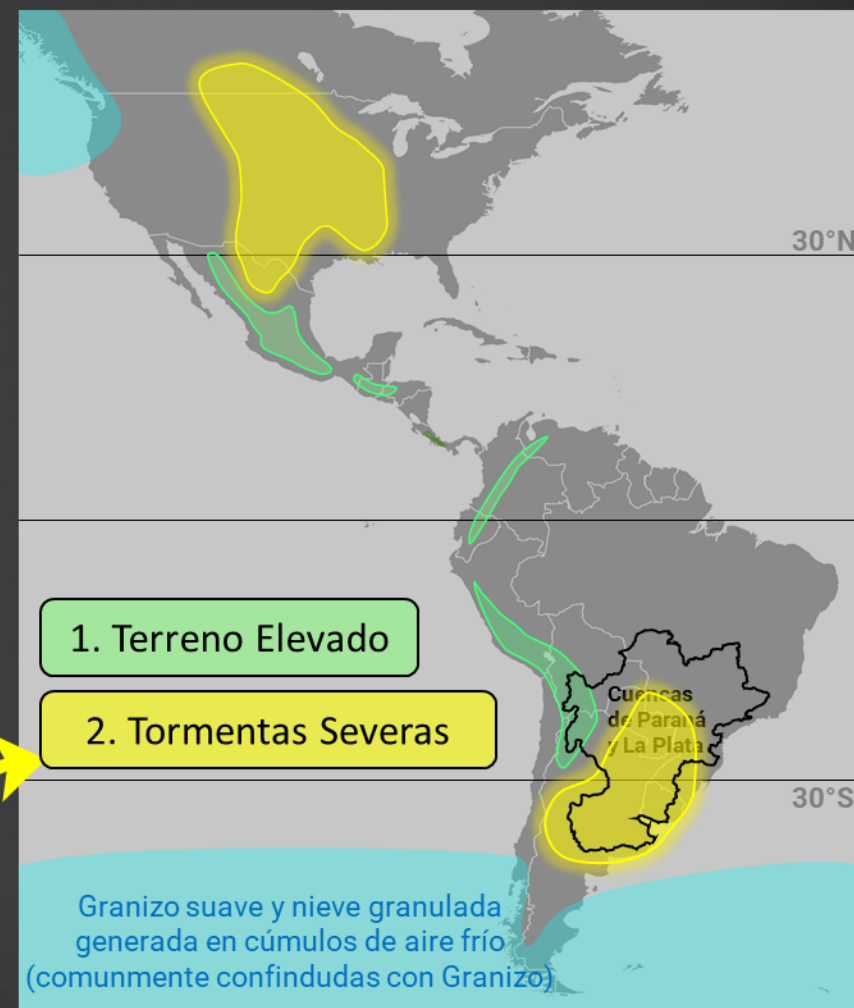
Los desafíos de pronosticar granizo motivaron al desarrollo de una herramienta especializada, diseñada para identificar entornos favorables para el granizo y la convección severa: 'Granizo Versión 2 – Prueba' (GR02T).

¿Dónde es más frecuente el granizo en las Américas?

En las áreas verdes y amarillas:

- (1) **Granizo pequeño en terreno elevado.** Común en montañas tropicales (Andes y sierras de México y Centroamérica), cuando se forman tormentas intensas con alto contenido de humedad. Por temperaturas bajas, la capa de formación de granizo ya se encuentra cerca a la superficie.
- (2) **Granizo por tormenta severa (pequeño o grande).** Común en latitudes medias y subtropicales, al este de cadenas de montañas altas. Aquí se encuentran masas de aire cálido y húmedo de origen tropical con vaguadas de altura frías de origen extratropical. Esto genera ambientes de gran inestabilidad y con dinámica atmosférica que forma tormentas severas con ascensos extremos.

GR02T se diseñó para este tipo de granizo



¿Dónde es ocurre granizo en Sudamérica?

1. Climatología en Argentina basada en estaciones¹.
2. Climatología basada en satélite y reanálisis ERA5, donde topes rebasantes se filtran usando ambientes favorables para granizo².

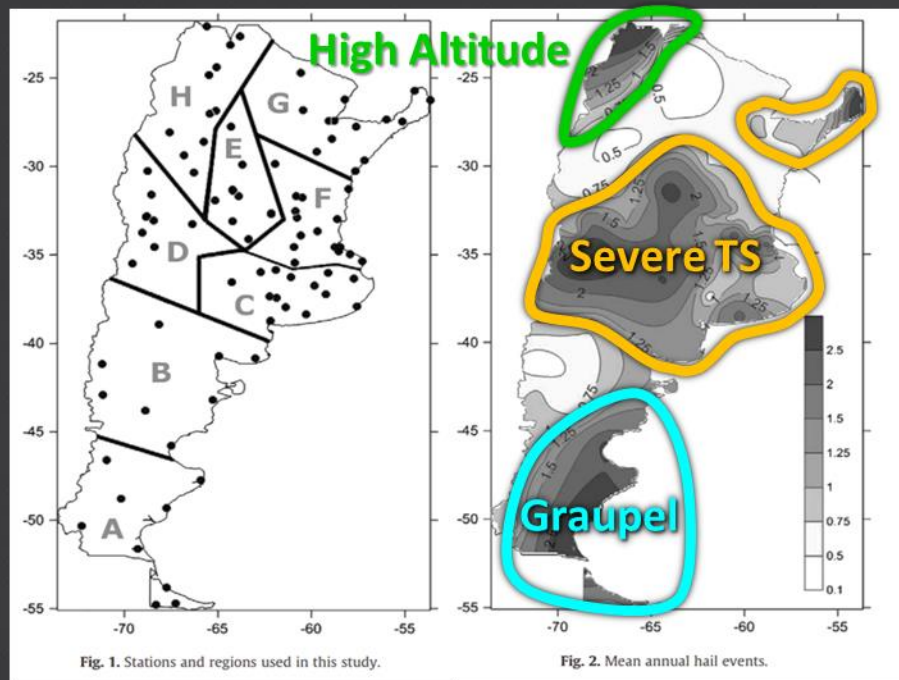


Fig. 1: Climatología de Granizo basada en estaciones de Argentina (48 años) y un método de Krigging simple. Fuente: Mezher et al. (2012)

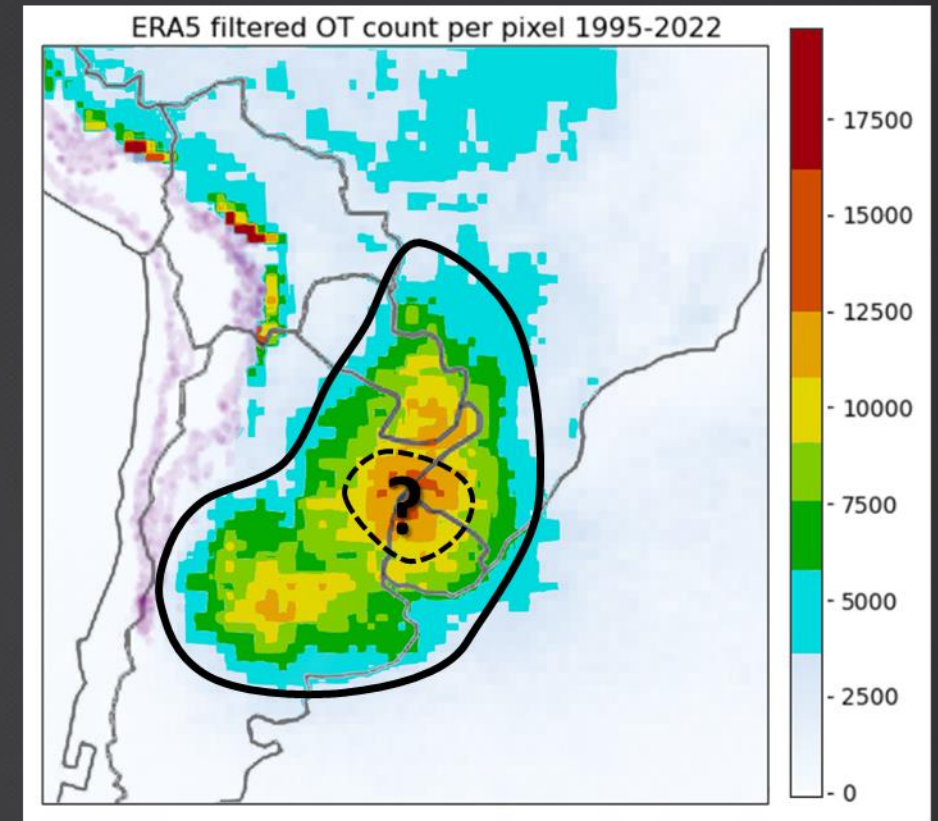


Fig. 2: Climatología basada en la cuenta de topes rebasantes en áreas de 50x50 (28 años), filtrados en función a ambientes favorables para granizo. Fuente: CEDIM.

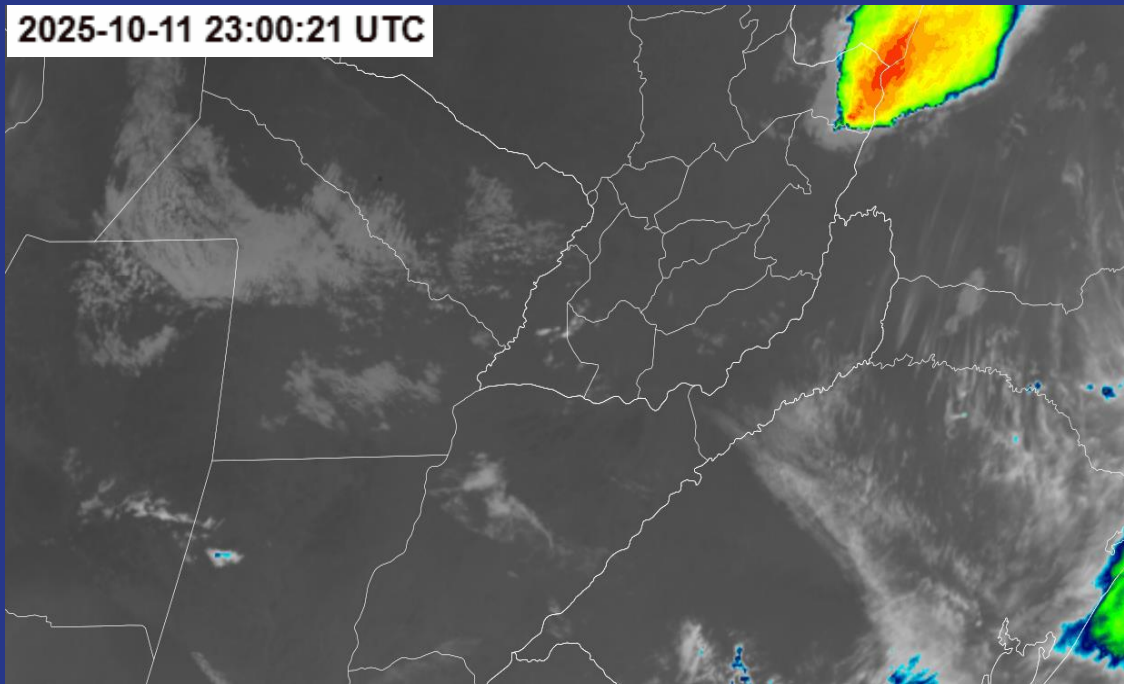
Sources: (1) Mezher, R. N., Doyle, M., and Barros, V. (2012). Climatology of hail in Argentina. Atmos. Res. 11, 70–82. doi: 10.1016/j.atmosres.2012.05.020

(2) CEDIM, Karlsruhe Institute of Technology

Exploremos el GRo2T

Evento del fin de semana (11 a 12 de octubre)

Desde la tarde del sábado 11 de octubre hasta la madrugada del domingo 12, se desarrollaron numerosas tormentas severas que produjeron granizo de varios tamaños en Paraguay.

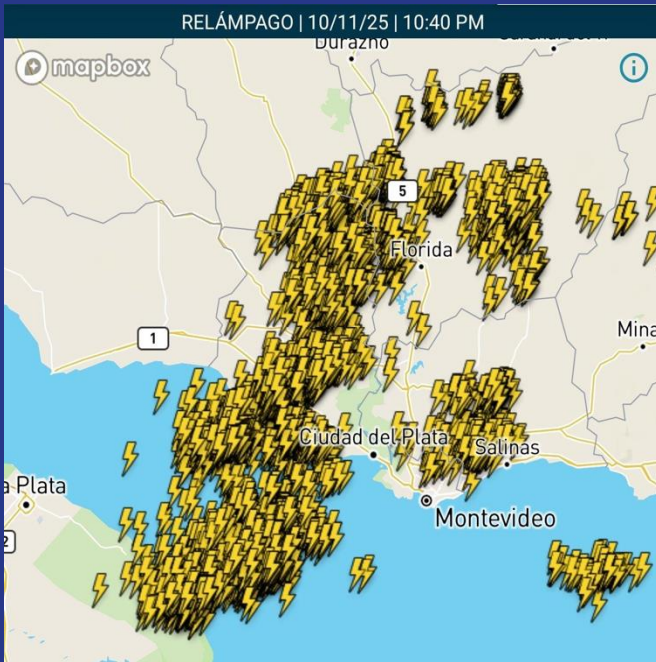


Banda de 10.3um del GOES-19 (CIRA)

Cortesía de Angel Arguello, Paraguay.

Evento del fin de semana (11-12 de octubre)

Pero se dió granizo grande también en partes de Uruguay: Canelones y Florida, en el centro sur.



¿Qué dijo el GR02T?

Capturó las áreas de granizo que pudimos verificar: sur de Paraguay, sur de Uruguay y sur de Rio Grande do Sul (Pelotas).

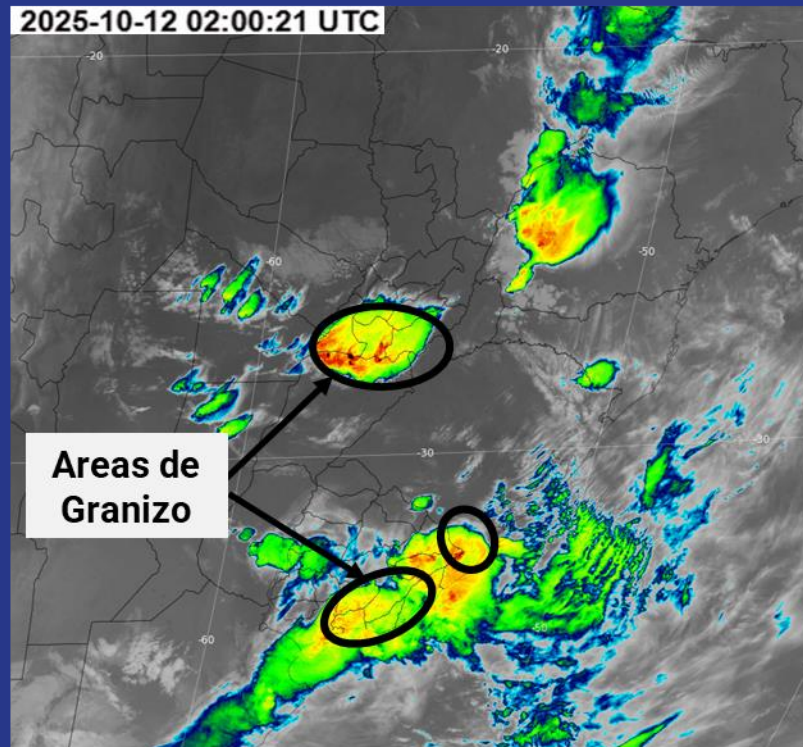
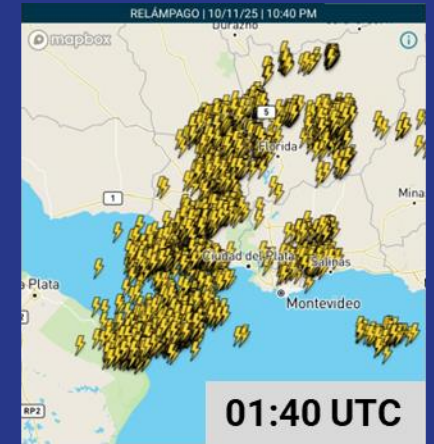
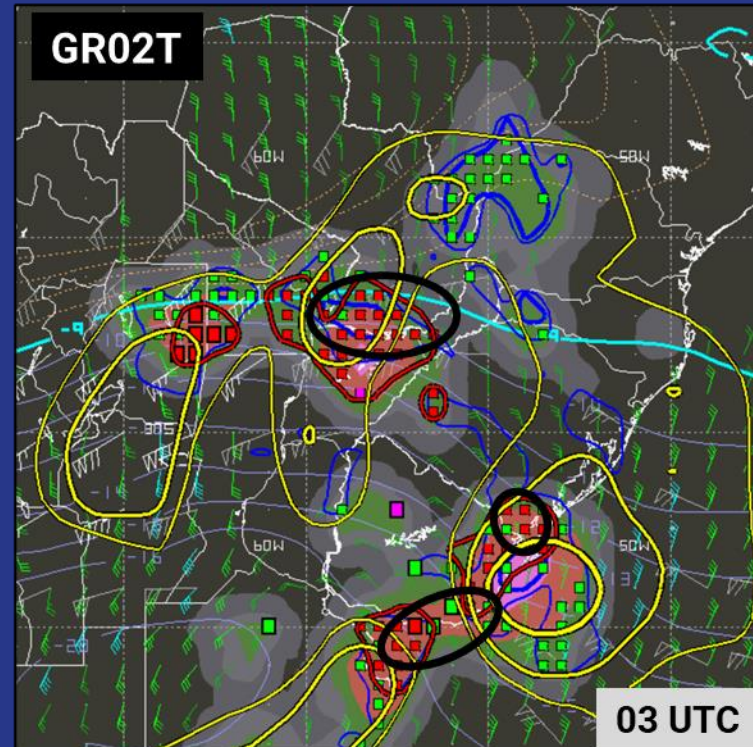
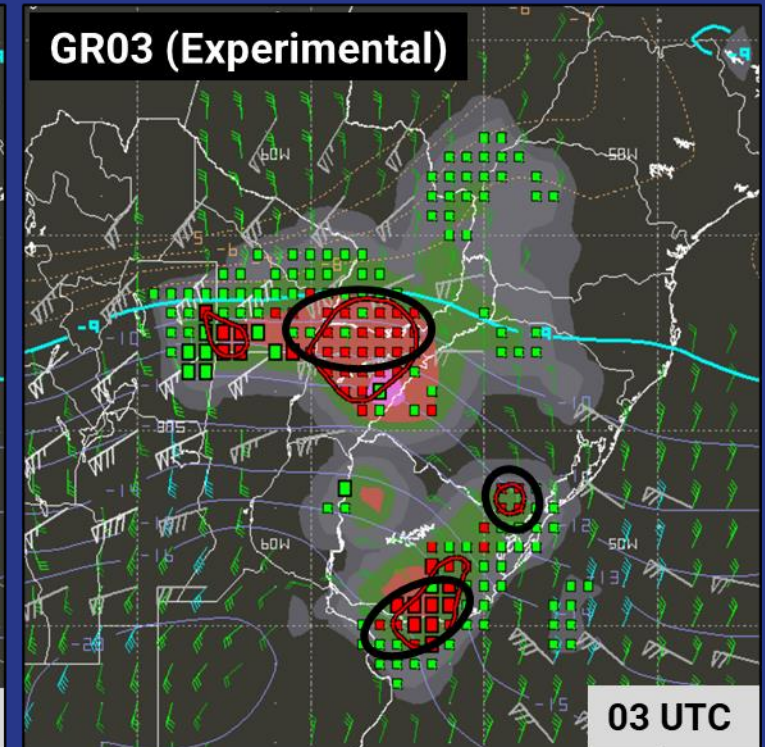


Imagen de 10.3um



Salida del GR02T.

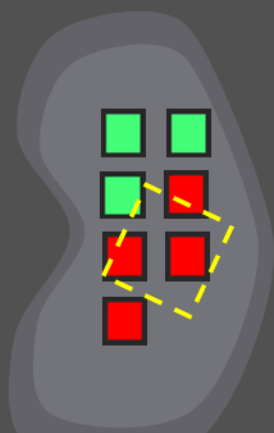


Salida del GR03 (Experimental).

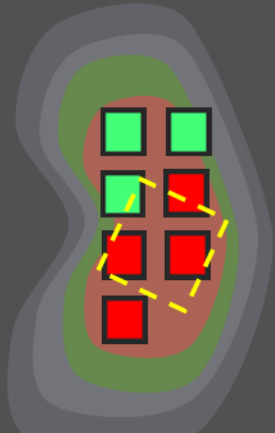
¿Cómo se interpreta el GR02T?

Riesgo de Granizo

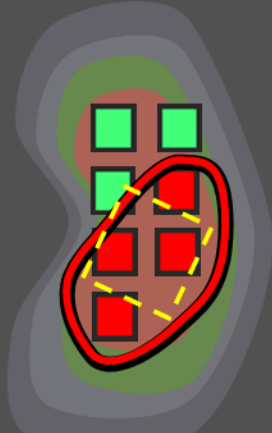
- Cajas sobre áreas de colores.
- El riesgo se incrementa si las cajas se vuelven rojas y rosadas, y más aún si aparecen contornos rojos y rosados.



Caso A: Riesgo marginal de granizo, muy aislado si ocurre.

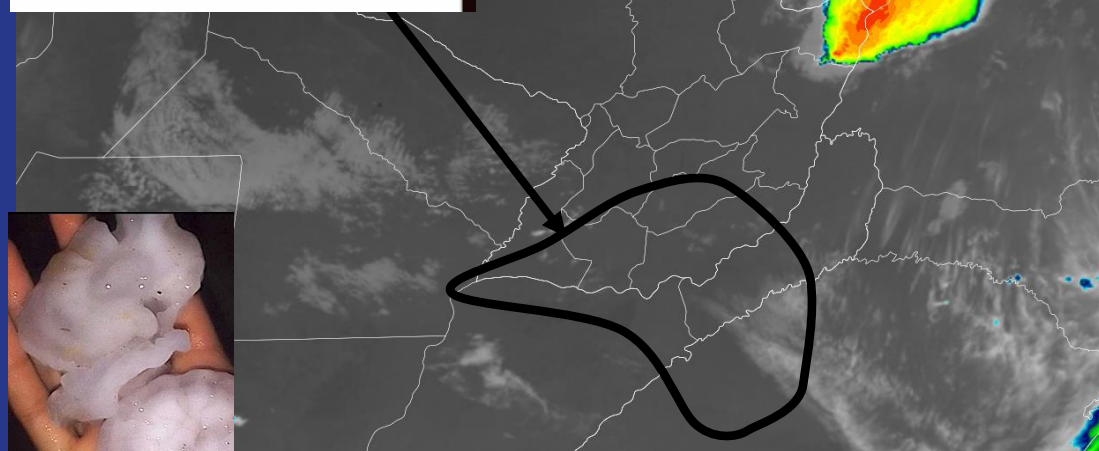


Caso B: Riesgo leve de granizo, dada la existencia de un ambiente con riesgo de severidad leve a moderado.



Caso C: Riesgo moderado de granizo. El contorno indica que la inestabilidad y ascensos son particularmente pronunciados.

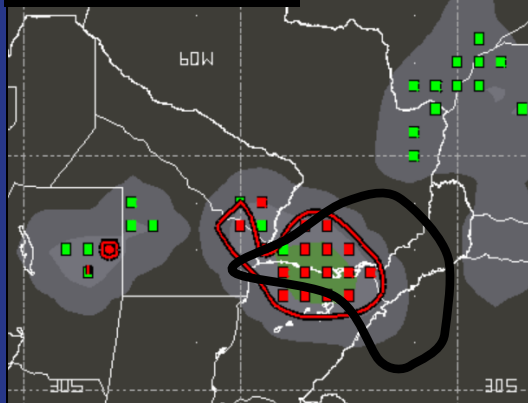
2025-10-11 23:00:21 UTC



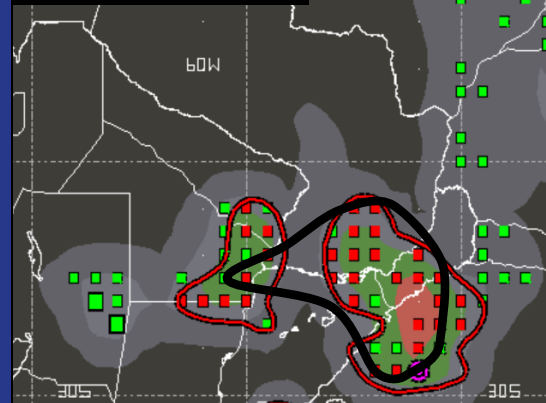
Regiones de convección severa

10.3um Channel GOES-19 (CIRA)

03 UTC (F03)



06 UTC (F06)



GFS 0.5-degree 00Z Run, 12-Oct-2025 (NOAA)

¿Pero qué son las áreas sombreadas?

Representan un riesgo general de severidad

- Se calculan con 7 parámetros asociadas a severidad.
- El objetivo es dar un contexto general sobre qué tan favorable es el ambiente para albergar convección severa.
- No permiten concluir un riesgo específico, pero más bien describen que tan severo es el ambiente combinando la influencia de 7 parámetros. Más sobre esto luego!



Categorías de Severidad Cualitativas

Convección
Profunda
Intensa

Riesgo
marginal de
tiempo severo

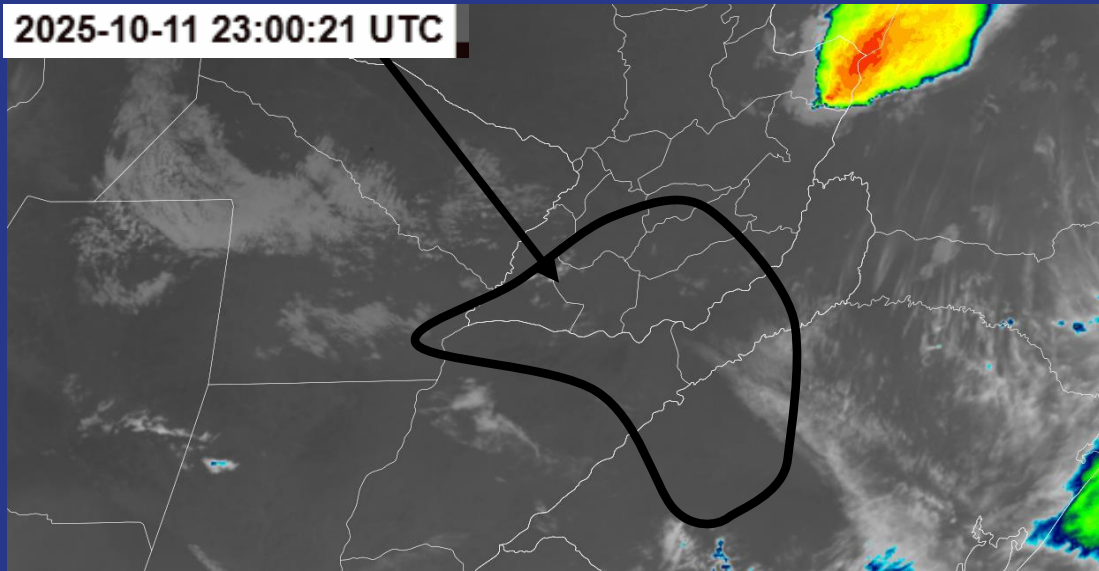
Riesgo bajo a
moderado de
tiempo severo

Riesgo moderado
a elevado de
severidad

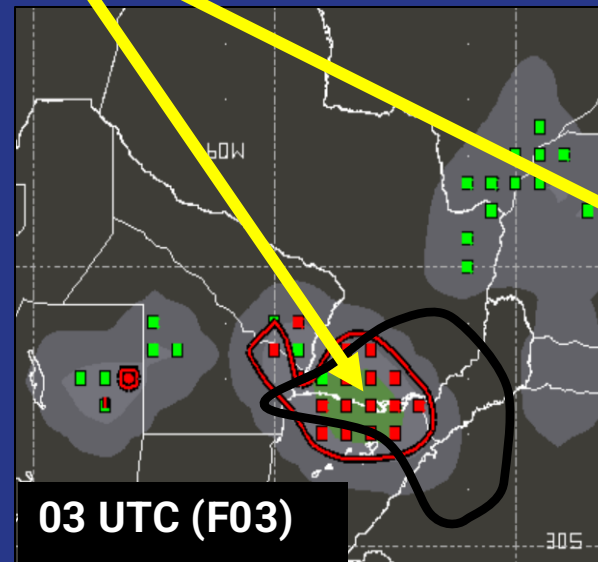
Por ello, cuando aparecen cajas de granizo sobre una región con riesgo severo, la confianza en el pronóstico aumenta

Granizo aparece sobre una región con un riesgo marginal a leve de tiempo severo

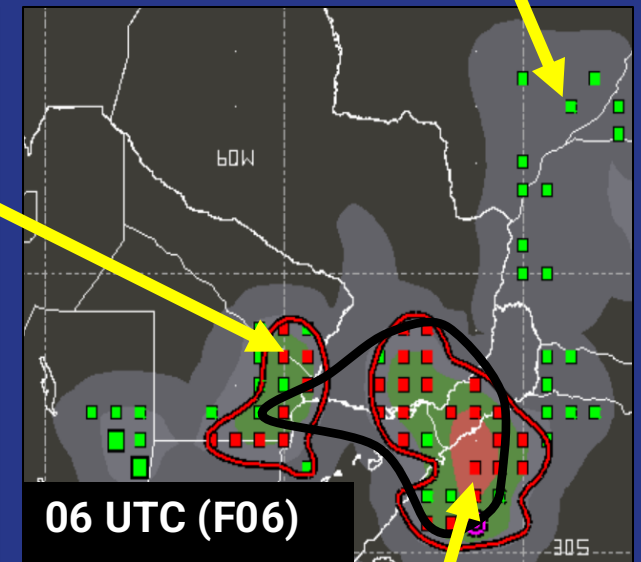
Cajas verdes sugieren un riesgo muy leve de granizo. Al no aparecer sobre áreas de severidad, el potencial es muy bajo.



10.3um Channel GOES-19 (CIRA)



GFS 0.5-degree 00Z Run, 12-Oct-2025 (NOAA)



Categorías de Severidad Cualitativas

Convección Profunda Intensa	Riesgo marginal de tiempo severo	Riesgo bajo a moderado de tiempo severo	Riesgo moderado a elevado de severidad
-----------------------------------	--	---	--



Granizo sobre una región con riesgo moderado de tiempo severo

¿Cuáles son los otros campos graficados?

Categorías de Severidad Cualitativas

Convección
Profunda
Intensa

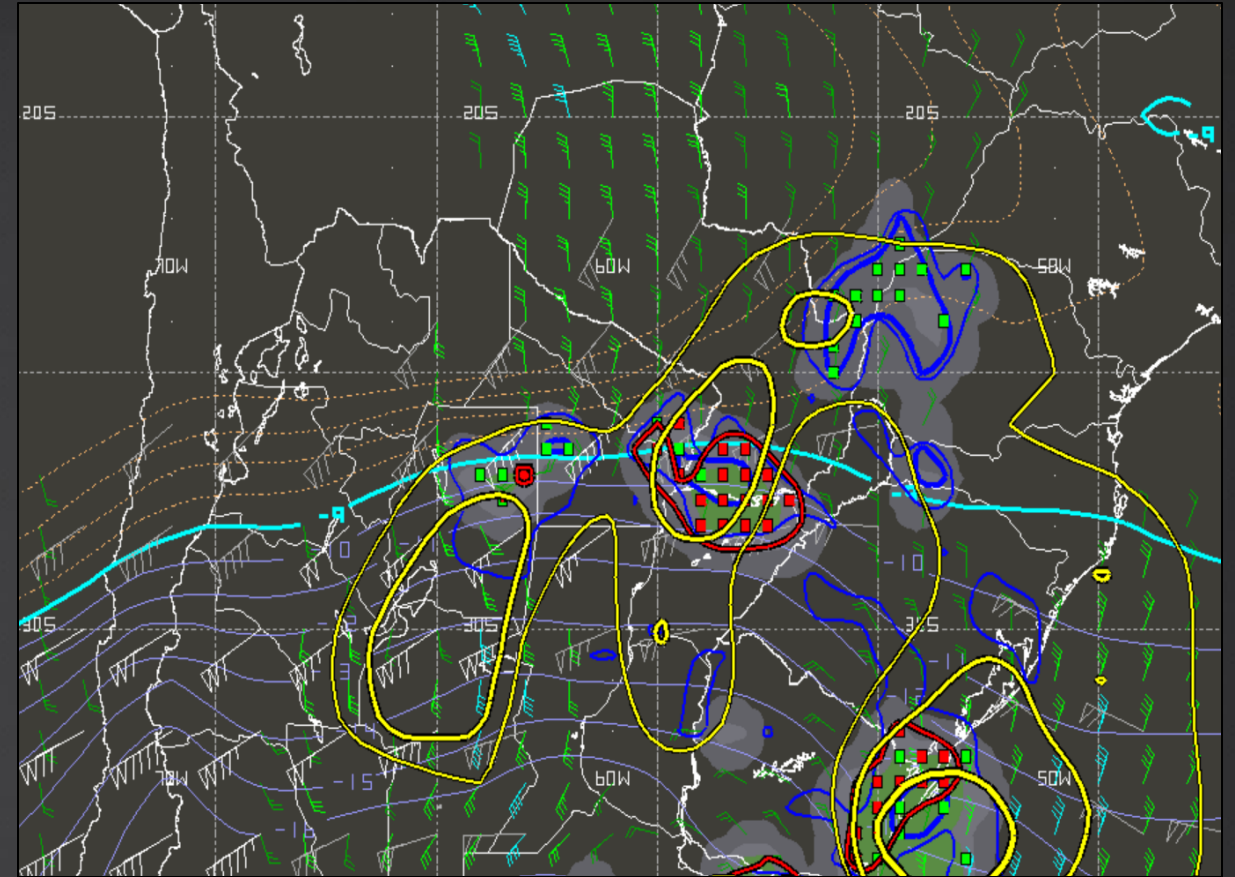
Riesgo
marginal de
tiempo severo

Riesgo bajo a
moderado de
tiempo severo

Riesgo moderado
a elevado de
severidad

925-850 hPa Winds [kt]
250-200 hPa Winds [kt]
300-200 hPa Divergence

500 hPa Temperatures [°C]
Mixing ratio₅₀₀ >2 g/kg
Enhanced mixing ratio flux convergence
in the 950-700 hPa layer.

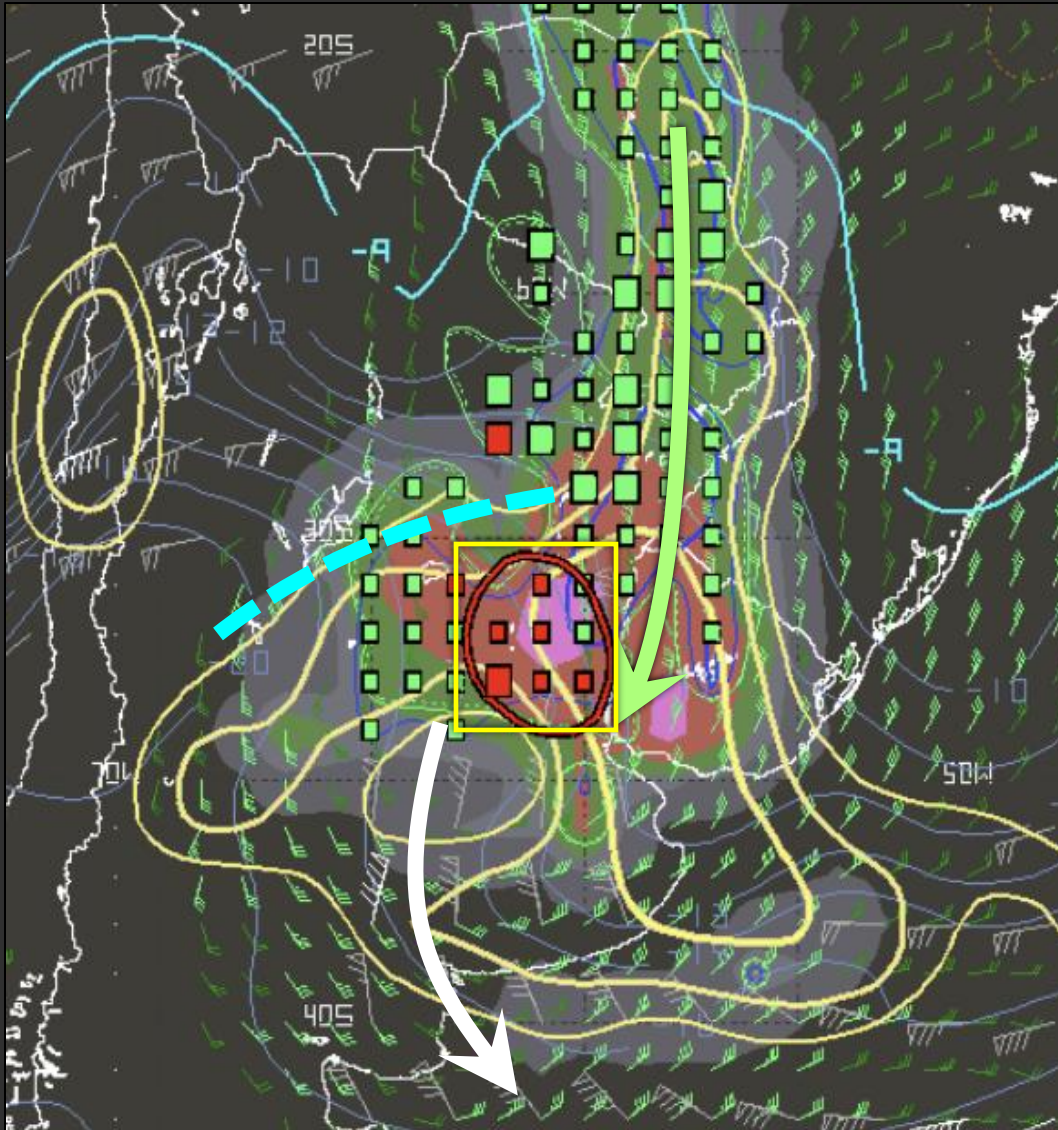


Granizo



Riesgo
aumenta de
verde a
rosado.

¿Cómo interpretamos el GR02T?

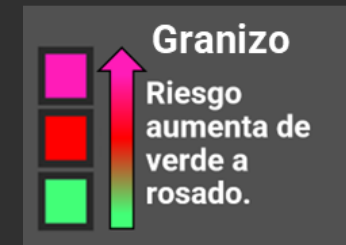
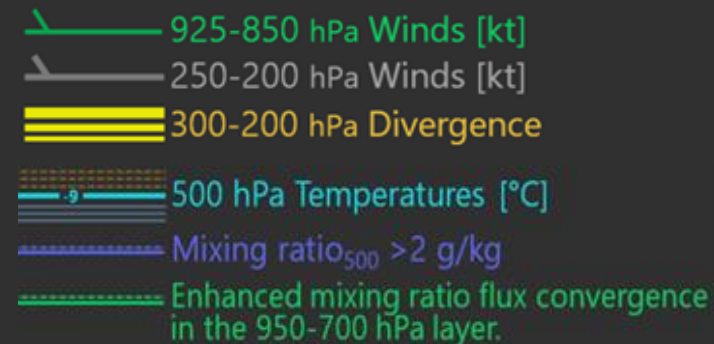


Temperaturas de 500 hPa sugieren vaguada de onda corta de inclinación negativa.

Salida ciclónica y convergente del LLJ suele favorecer ascensos.

Entrada cálida de un chorro con giro anticiclónico.

Mayor riesgo de granizo: Cajas rojas dentro de contornos rojos, sobre una región coloreada con riesgo de severidad. La confianza se gana comprendiendo el patron sinóptico.



Categorías de Severidad Cualitativas

Convección
Profunda
Intensa

Riesgo
marginal de
tiempo severo

Riesgo bajo a
moderado de
tiempo severo

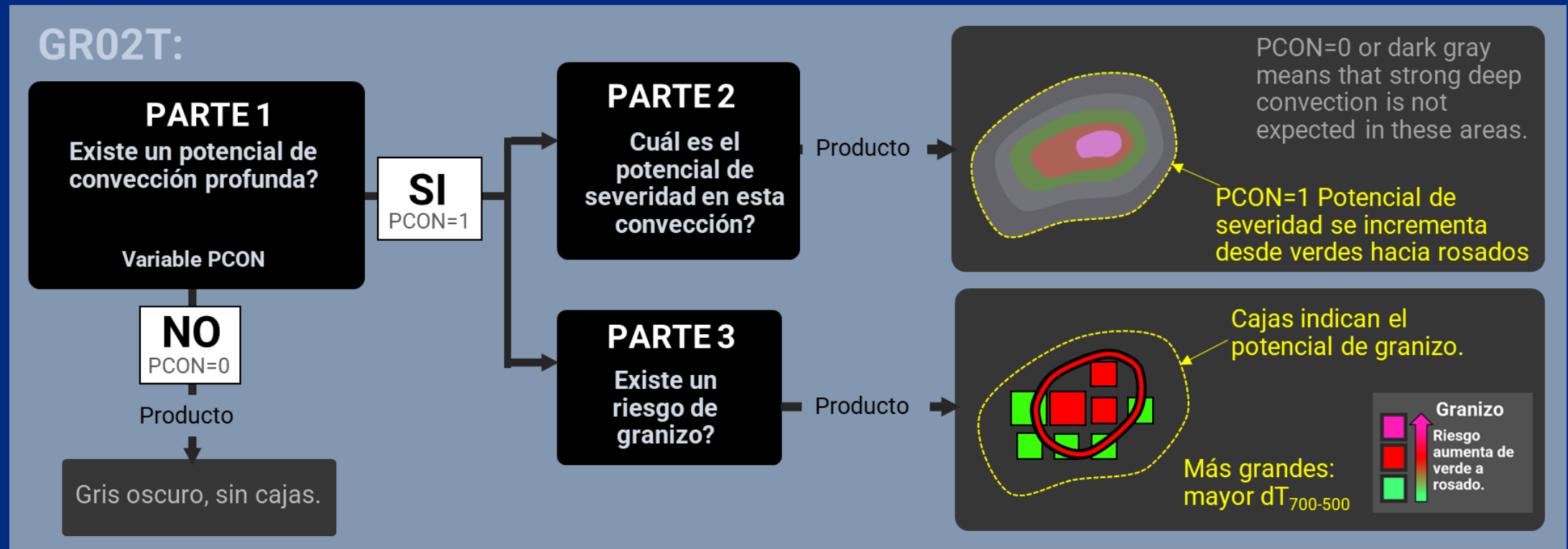
Riesgo moderado
a elevado de
severidad

¿Cómo se calculan los campos?

GR02T: Cómo se calcula

Tiene tres partes:

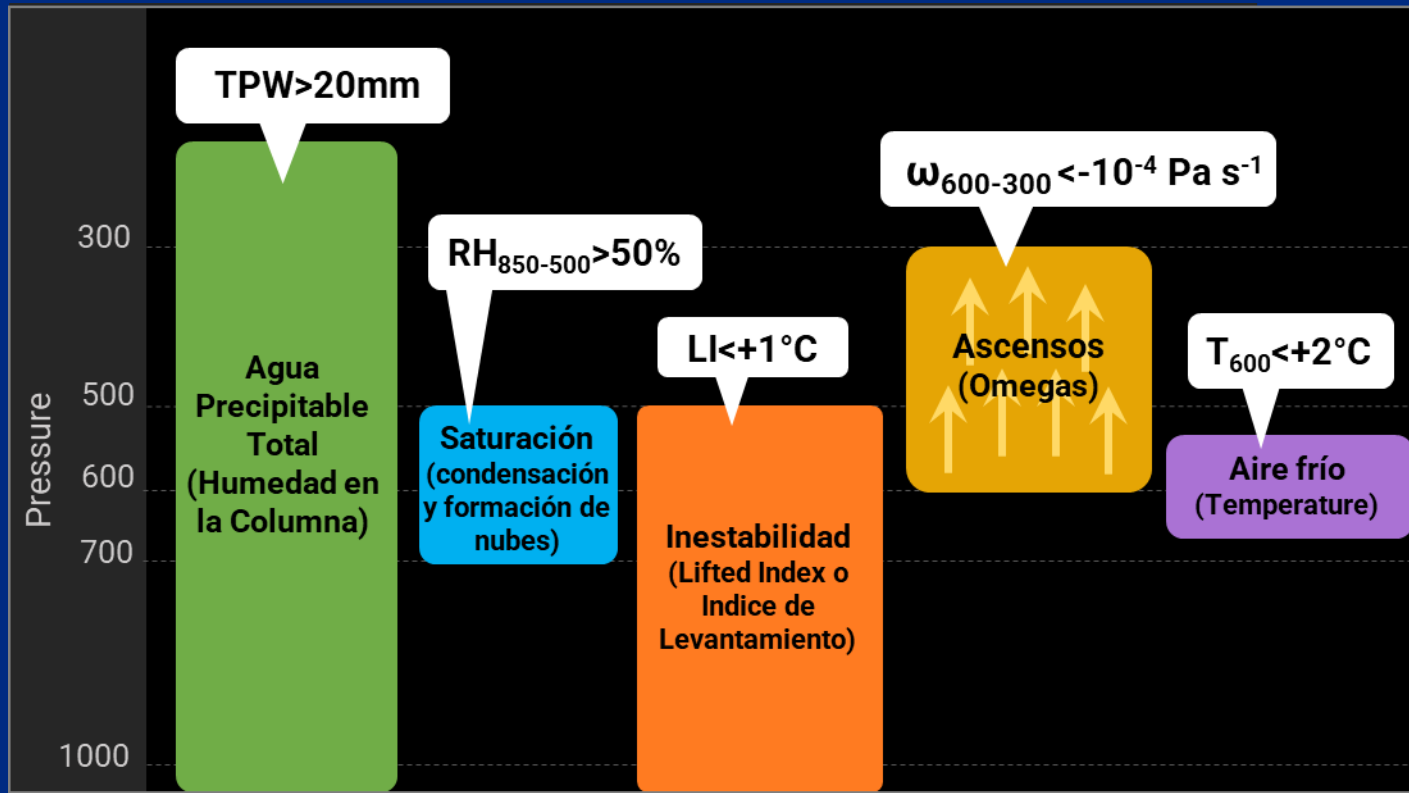
- Parte 1: Definición de áreas donde puede desarrollarse convección profunda intensa
- Parte 2: Definición del potencial de severidad de aquella convección
- Parte 3: Definición del potencial de granizo



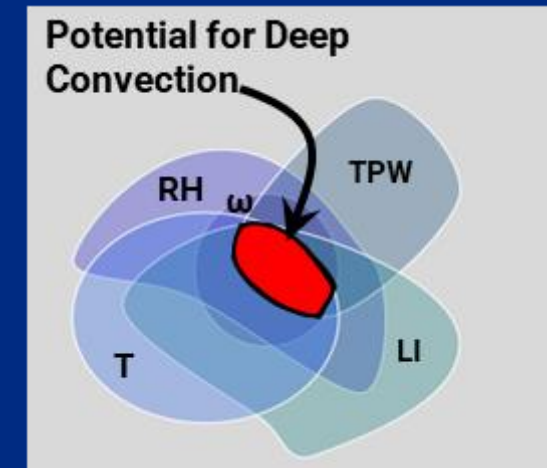
GR02T PARTE 1

¿Existe Potencial de Convección Profunda Intensa?

1) Se evalúan 5 parámetros

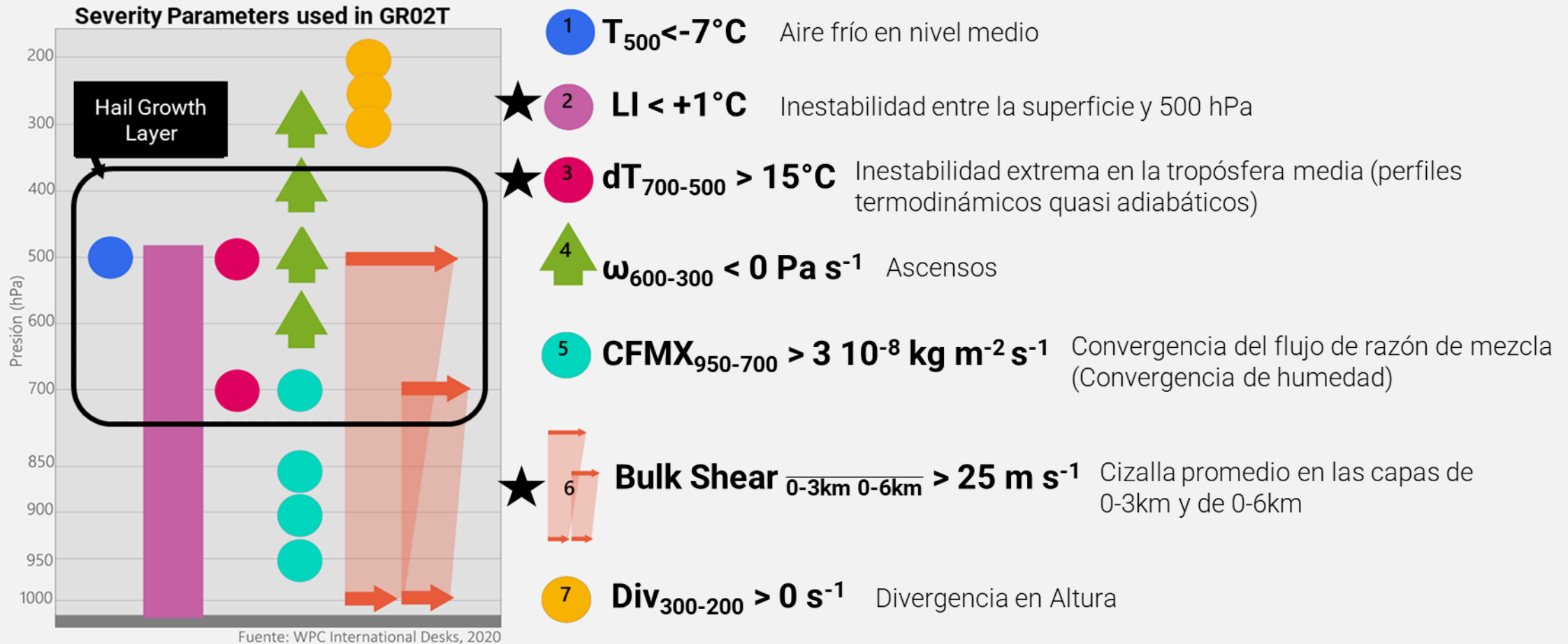


2) Todos los parametros deben exceder los umbrales para que el punto de grilla sea considerado apto para convección profunda intensa



GR02T PARTE 2




Cuantificación del potencial de severidad en áreas donde se espera convección profunda



Se usan 3 parámetros

- Lifted Index (LI)
- Omegas 700-400 hPa
- $dT_{700-500}$ hPa

Riesgo de Granizo

-  Elevado ($LI < -6$, $\omega < -1.5 \times 10^{-3} \text{ Pa s}^{-1}$, $dT_{700-500} > 16\text{C}$)
-  Moderados ($LI < -3$, $\omega < -1.5 \times 10^{-3} \text{ Pa s}^{-1}$, $dT_{700-500} > 16\text{C}$)
-  Marginal ($LI < 0$, $\omega < -1 \times 10^{-3} \text{ Pa s}^{-1}$, $dT_{700-500} > 16\text{C}$)

Contornos:

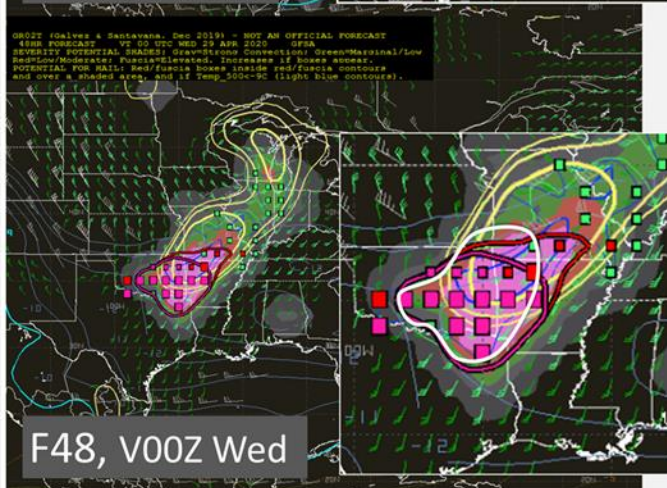
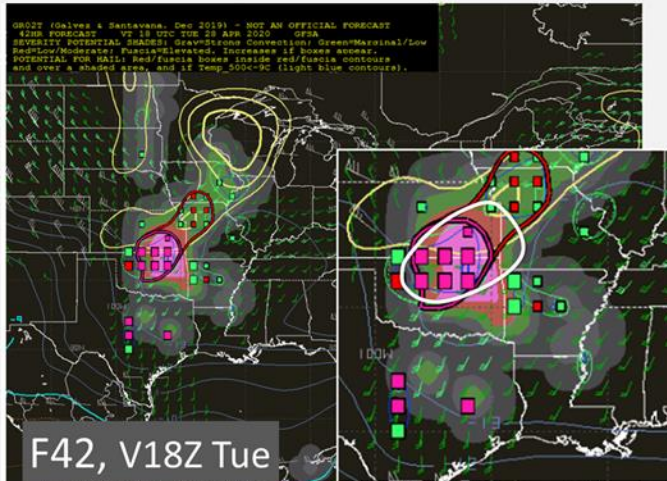
Rosado ($LI < -6$, $\omega < -2 \times 10^{-3} \text{ Pa s}^{-1}$)

Rojo ($LI < -3$, $\omega < -2 \times 10^{-3} \text{ Pa s}^{-1}$)

Aplicaciones y Verificación

GR02T aligns with official Severe Weather Forecasts in the US

Monday 00Z Initialization



GR02T: Risk for Severity

◀ Risk increases if boxes appear overlaid to color shaded areas

Strong Convection

Marginal to Slight Risk

Slight to Moderate Risk

Elevated Risk

925-850 hPa Winds [kt]

250-200 hPa Winds [kt]

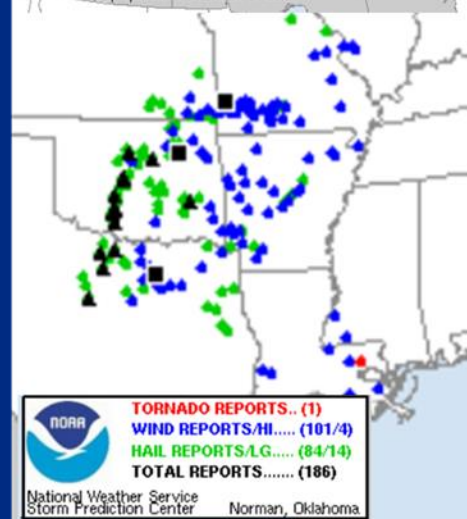
300-200 hPa Divergence

500 hPa Temperatures [°C]

Mixing ratio₅₀₀ >2 g/kg

Enhanced mixing ratio flux convergence in the 950-700 hPa layer.

SPC Filtered Storm Reports for 04/28/20



Specific Risk for Hail

- Elevated** (boxes inside fuchsia contours)
- Slight to Moderate** (boxes inside red contours)
- Marginal**, only if forcing is strong. Isolated occurrence.

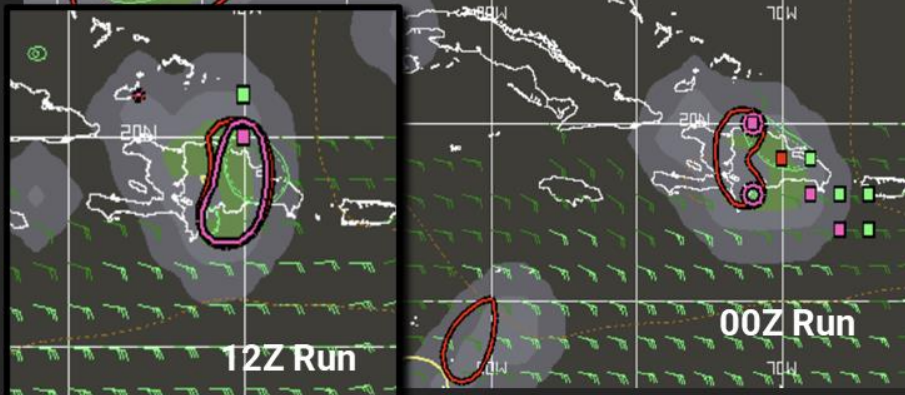
⬆ Confidence increases if boxes inside contours occur over color shaded areas, if 500 hPa temperatures < -9°C, and if forcing is strong. Large boxes mean extreme 700-500 hPa lapse rates.

It aligns well with reports as well!

GR02T en el Caribe, Centroamérica y México

(1) Salida del GR02T

GR02T (Galvez & Santavana. Dec 2019) - NOT AN OFFICIAL FORECAST
18HR FORECAST VT 18 UTC SUN 24 AUG 2025 GFS3
SEVERITY POTENTIAL SHADES: Grav=Strong Convection: Green=Marginal/Low
Red=Low/Moderate: Fucsia=Elevated. Increases if boxes appear.
POTENTIAL FOR HAIL: Red/fucsia boxes inside red/fucsia contours
and over a shaded area, and if Temp 500<-9C (light blue contours).

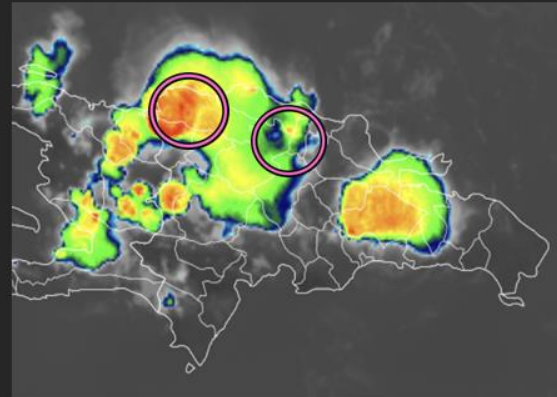


(2) Pronóstico Oficial

- Potencial en República Dominicana
- Pronosticadores saben que la latitud, ancho de la isla y topografía compleja pueden favorecer granizo y vientos fuertes en tormentas cuando aparece esta señal.

(3) Verificación

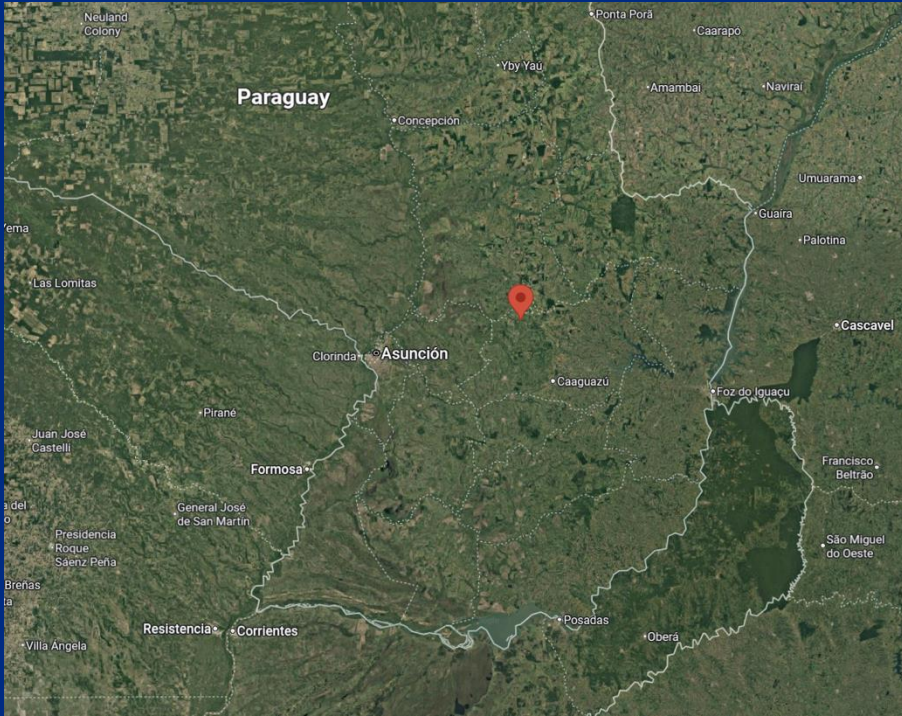
- Reportes de Granizo y daños por viento en dos localidades



Case of 21 September 2025

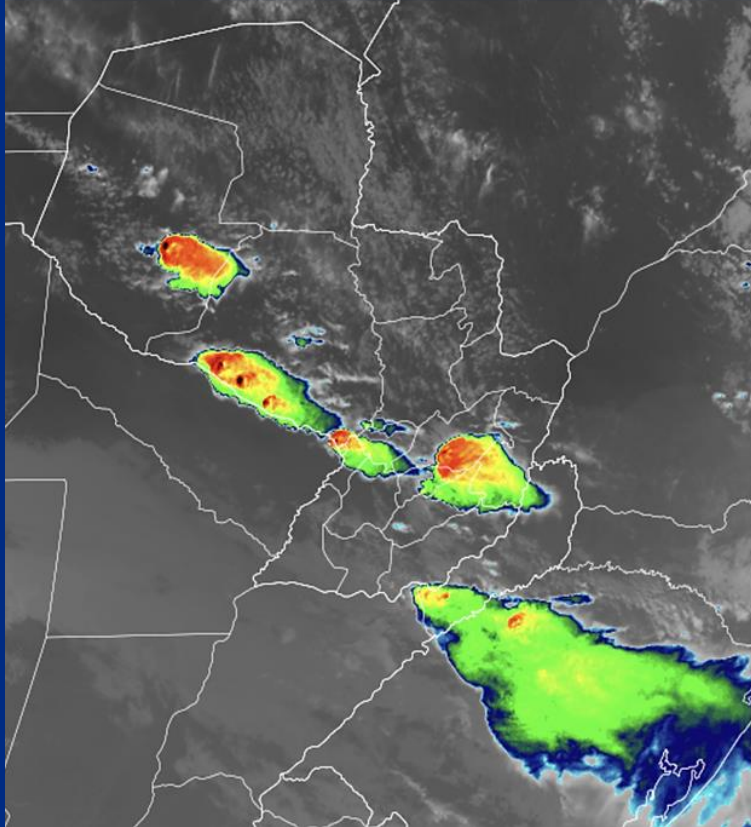
Case of 21 September 2025: Large Hail

Hail occurred between 19 and 20 UTC

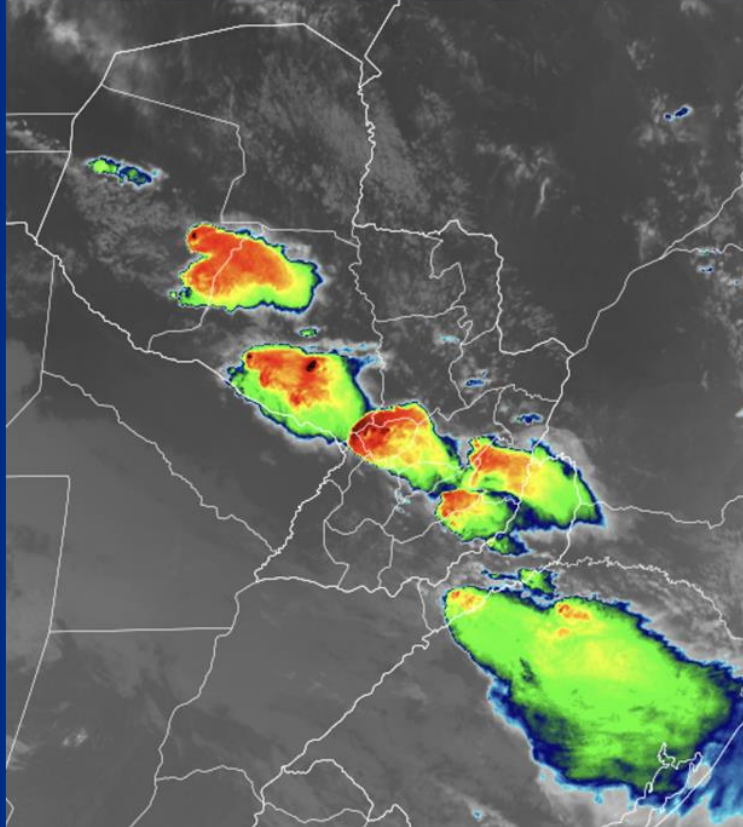


21 UTC 10.3um Imagery

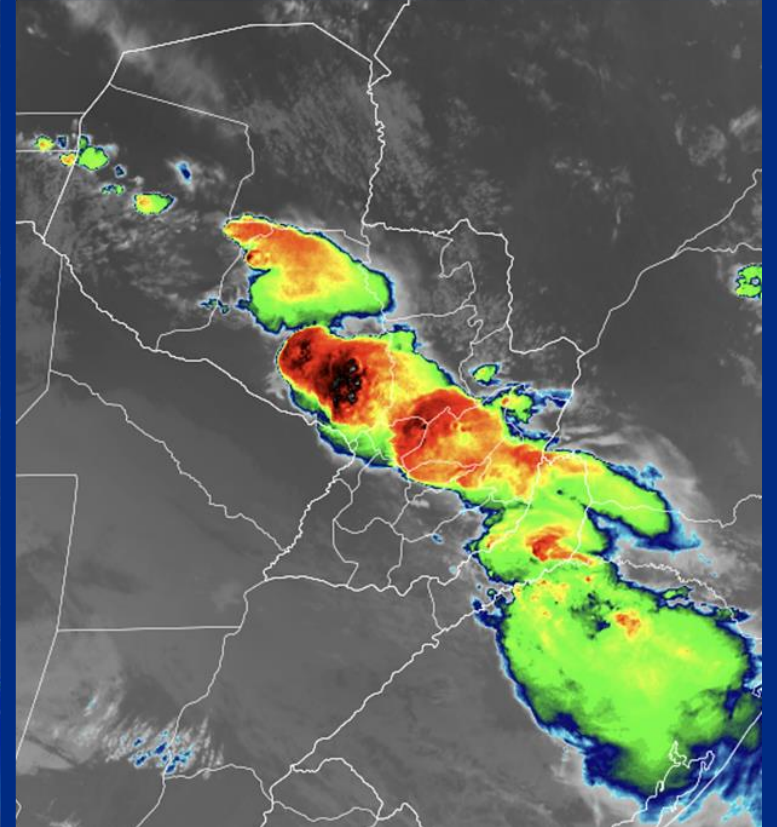
2030



2130

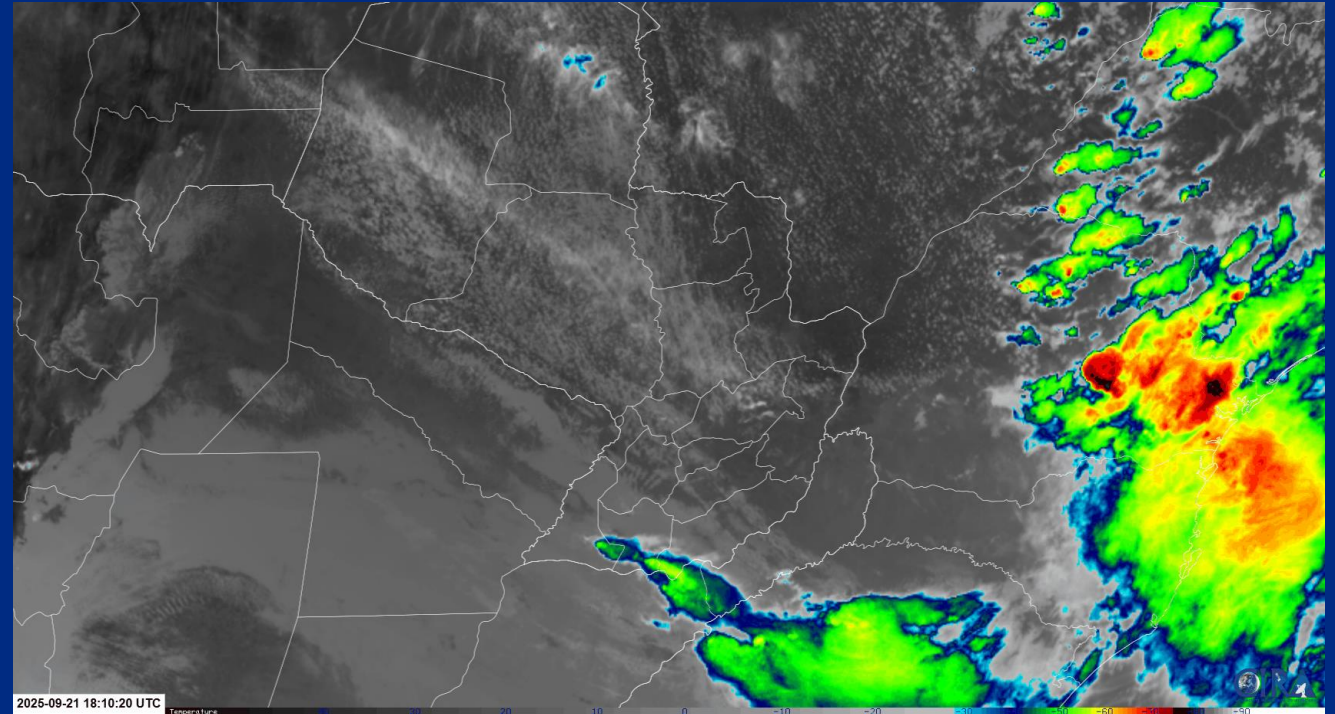
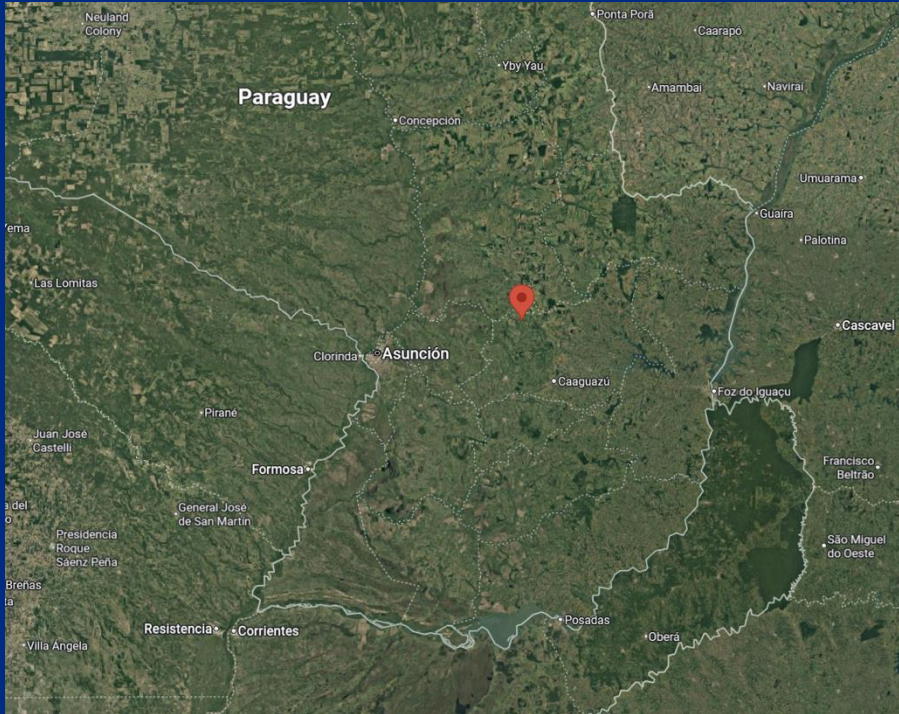


2230

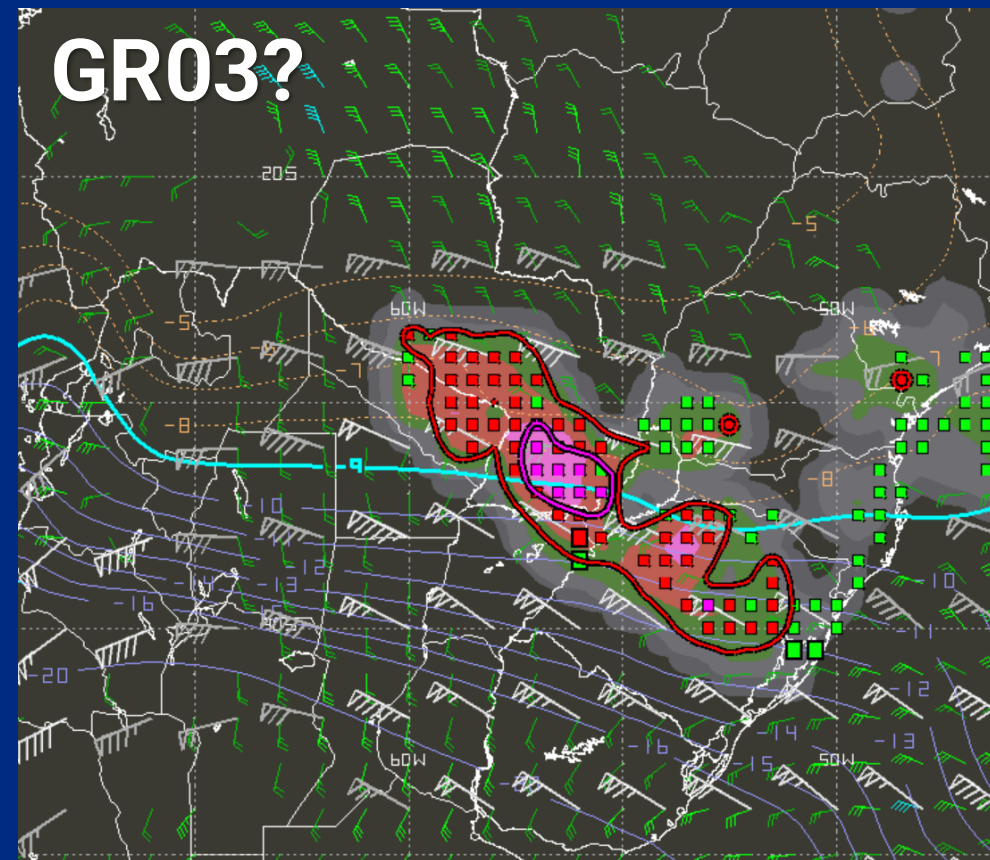
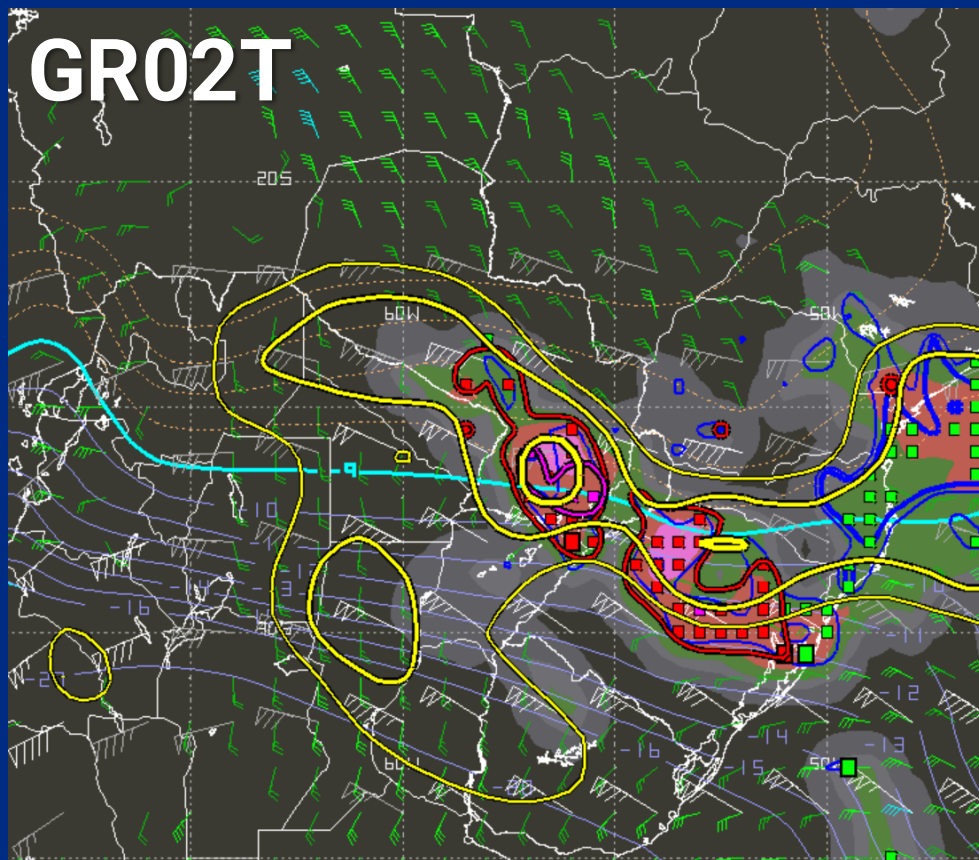


Case of 21 September 2025: 10.3um Animation

Hail occurred between 19 and 20 UTC



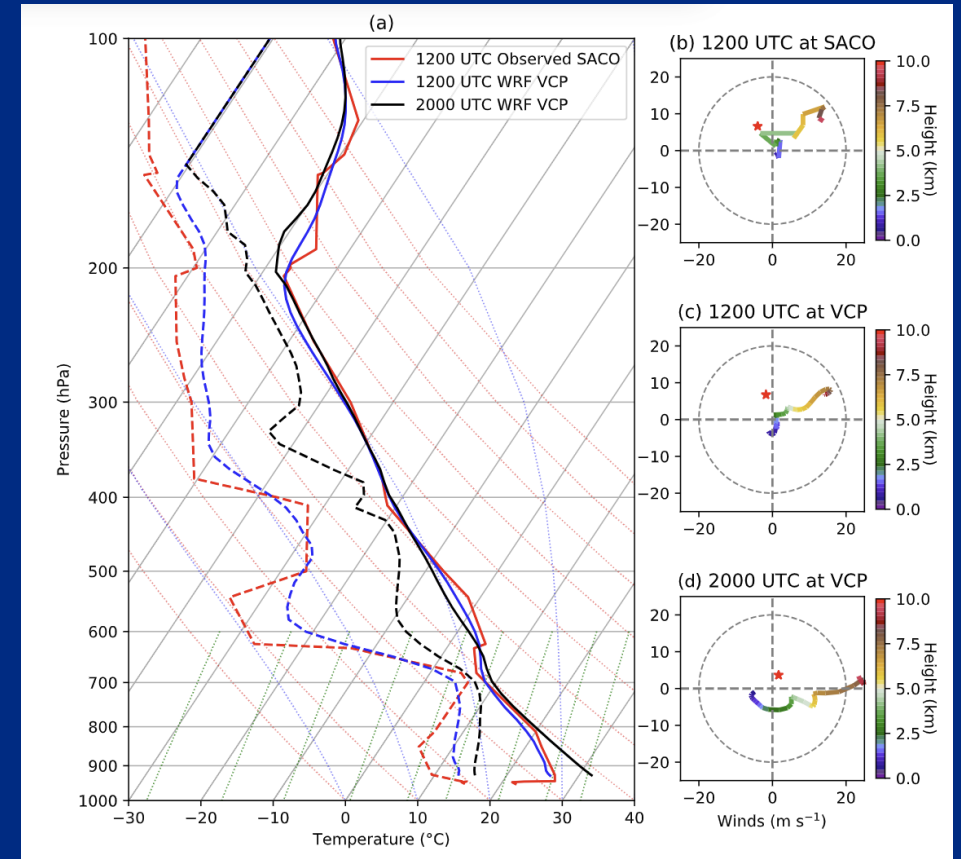
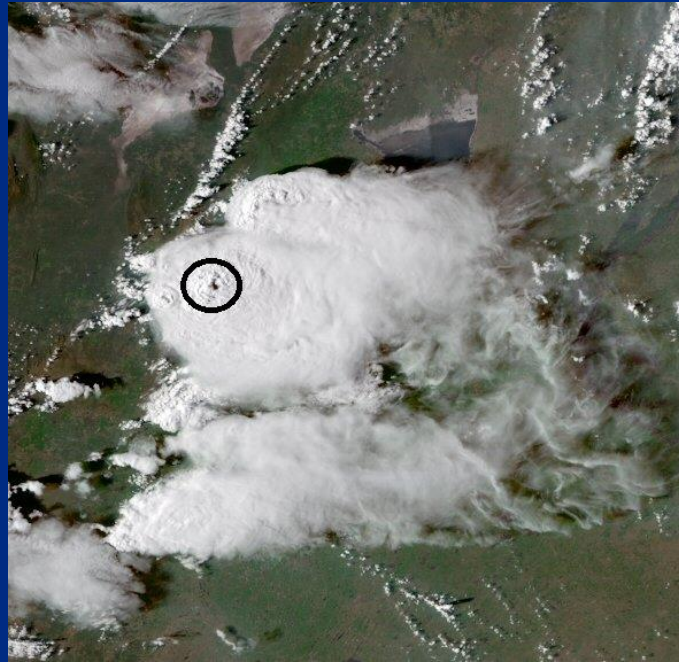
Case of 21 September 2025: GR02T Output



Opciones para mejorar el GR02T

Villa Carlos Paz Event

- Gargantuan Hail

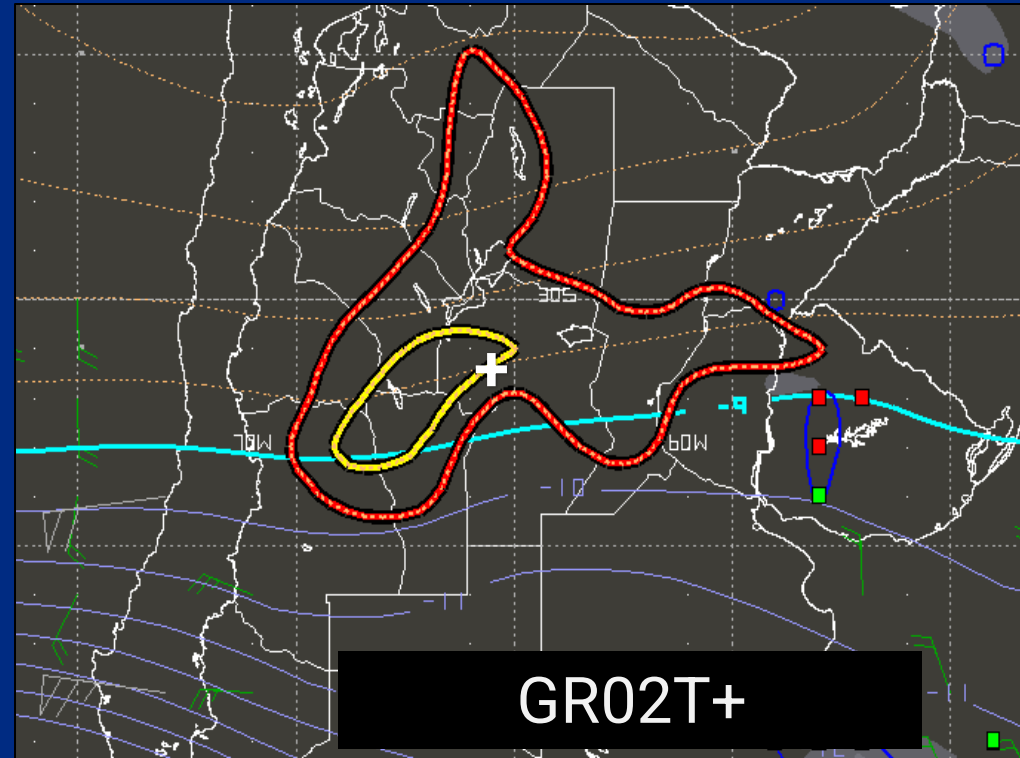
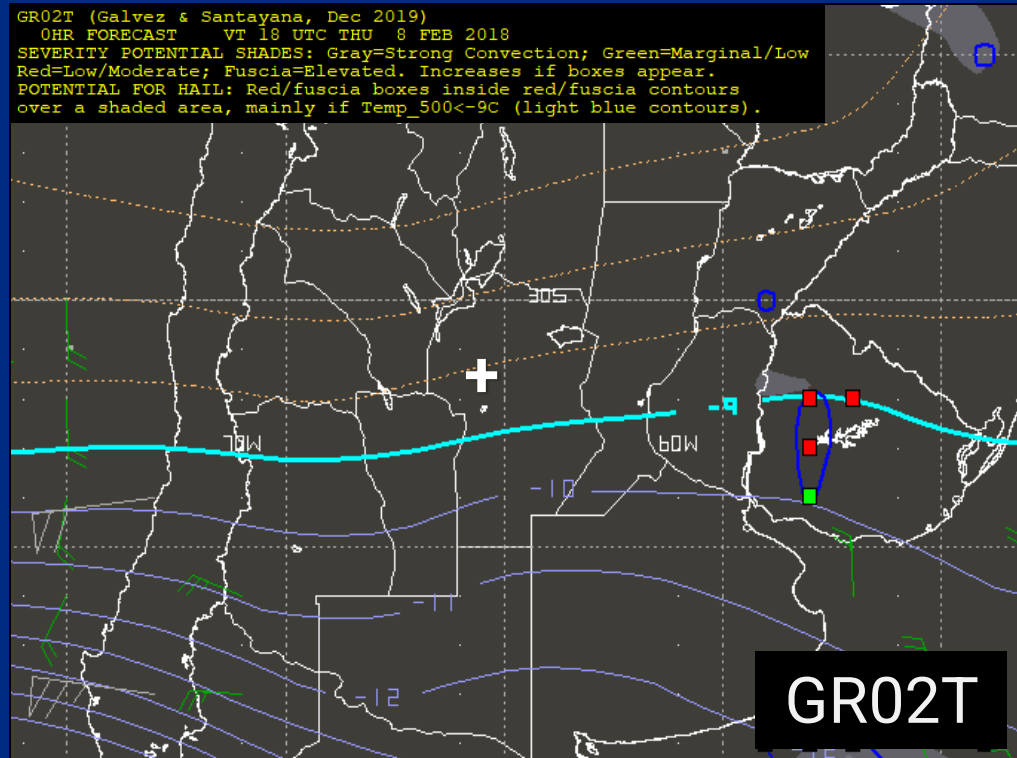


Sources: Kumjian et al. (2020): Gargantuan hail in Argentina

Villa Carlos Paz Event

- GR02T was not able to grasp a signal for hail.

But considering 700-500 hPa shear and other parameters did capture the signal. Thus, there is room for improvement.



Thank you!

Questions?