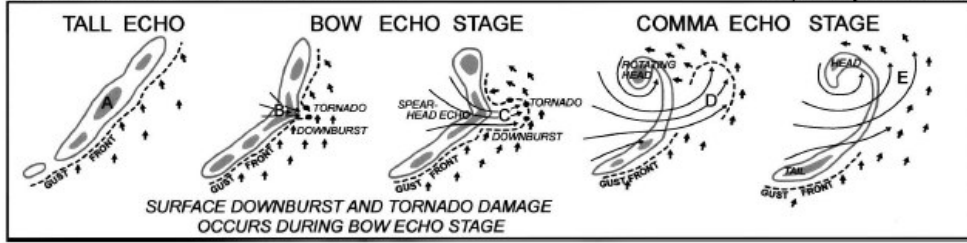


**Tormenta Multicelular  
alineada en forma de arco  
("Bow-echo")**

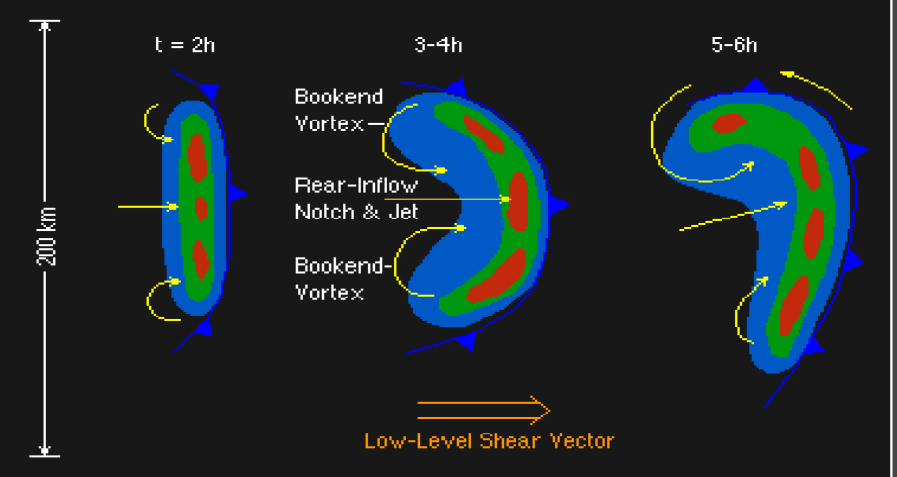
# Bow-echo (H.N)

## EVOLUTION OF BOW ECHO

Proposed by FUJITA, 1979



## Moderate-Strong Shear Bow Echo Evolution with Mid-Level Storm-Relative Flow



The COMET Program

- Estructura radar de los ecos convectivos en forma de arco.
  - Duración de los mismos (más de 3-4hs) .
  - Entornos con US intensa,  $U_s \geq 15 \text{ m.s}^{-1}$  (en los 1ros 2-3 km)
  - CAPE (moderado a intenso,  $\geq 2000$ )
  - Entorno humedo ( $T_d \text{ sup} > 20\text{C}$   $q \geq 12 \text{ g.kg}^{-1}$ )
  - Pueden ó no estar dentro de otro Sistema Convectivo
- ### Mesoescala
- Responsables de: Vientos Intensos por detrás, pueden dar lugar a la formación de tornados, pp intensas (granizo) que pueden dar lugar a inundaciones.

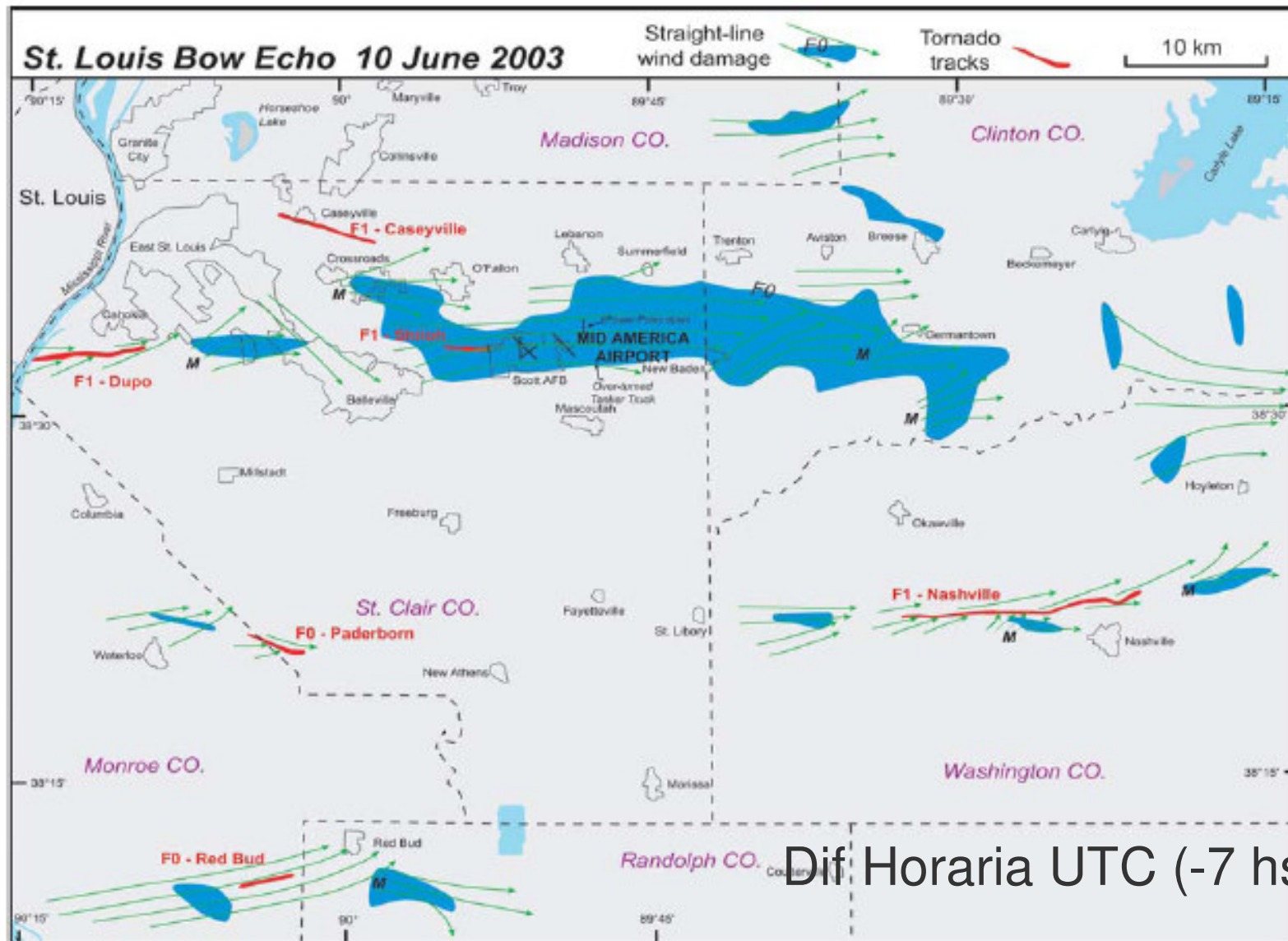
# June 10, 2003 Bow Echo – “BAMEX Surprise”

By Gary K. Schmocker & Ron Przybylinski



*Tornadic damage near Caseyville, IL*

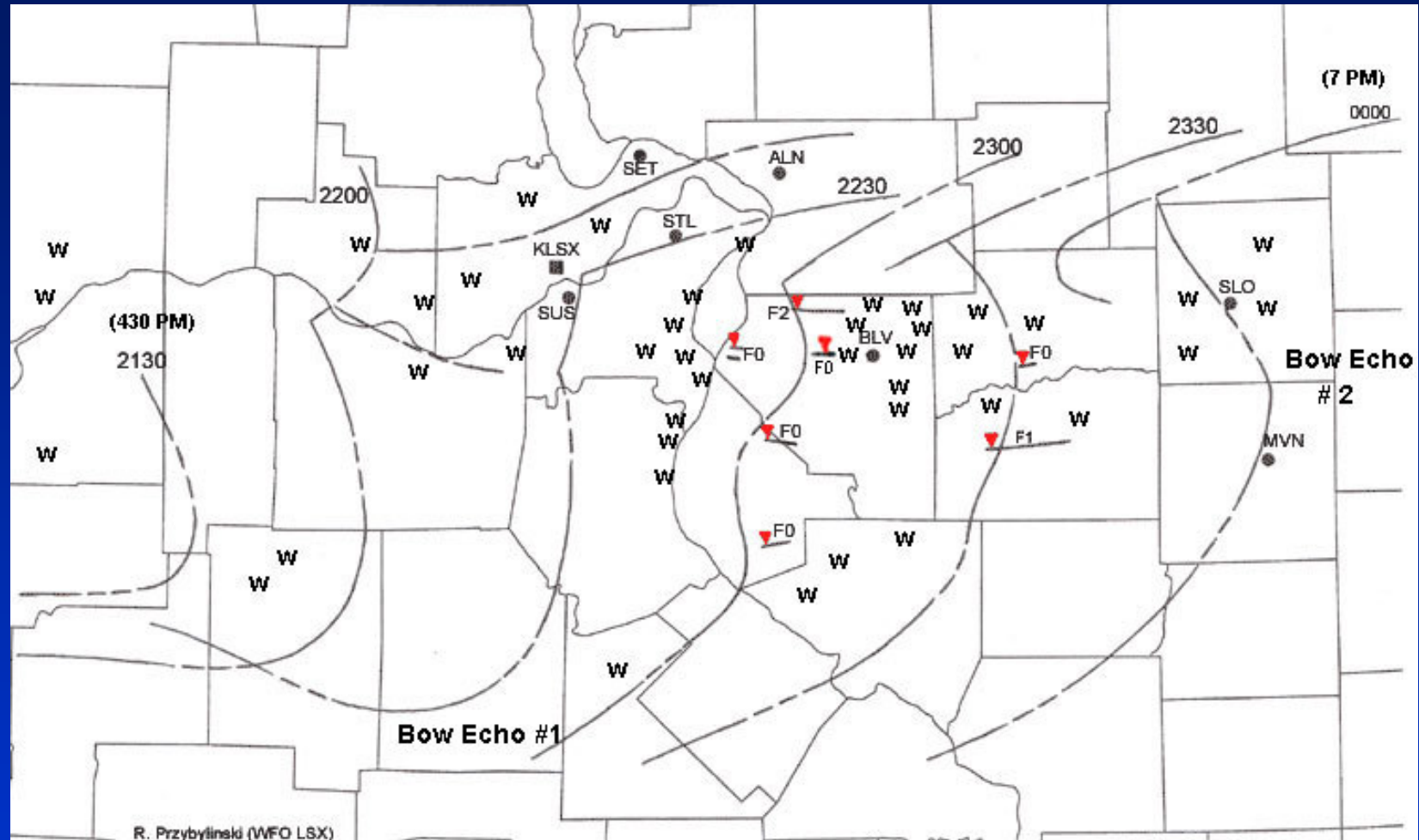
Spring Severe Weather Workshop – March 27, 2004



Dif Horaria UTC (-7 hs)

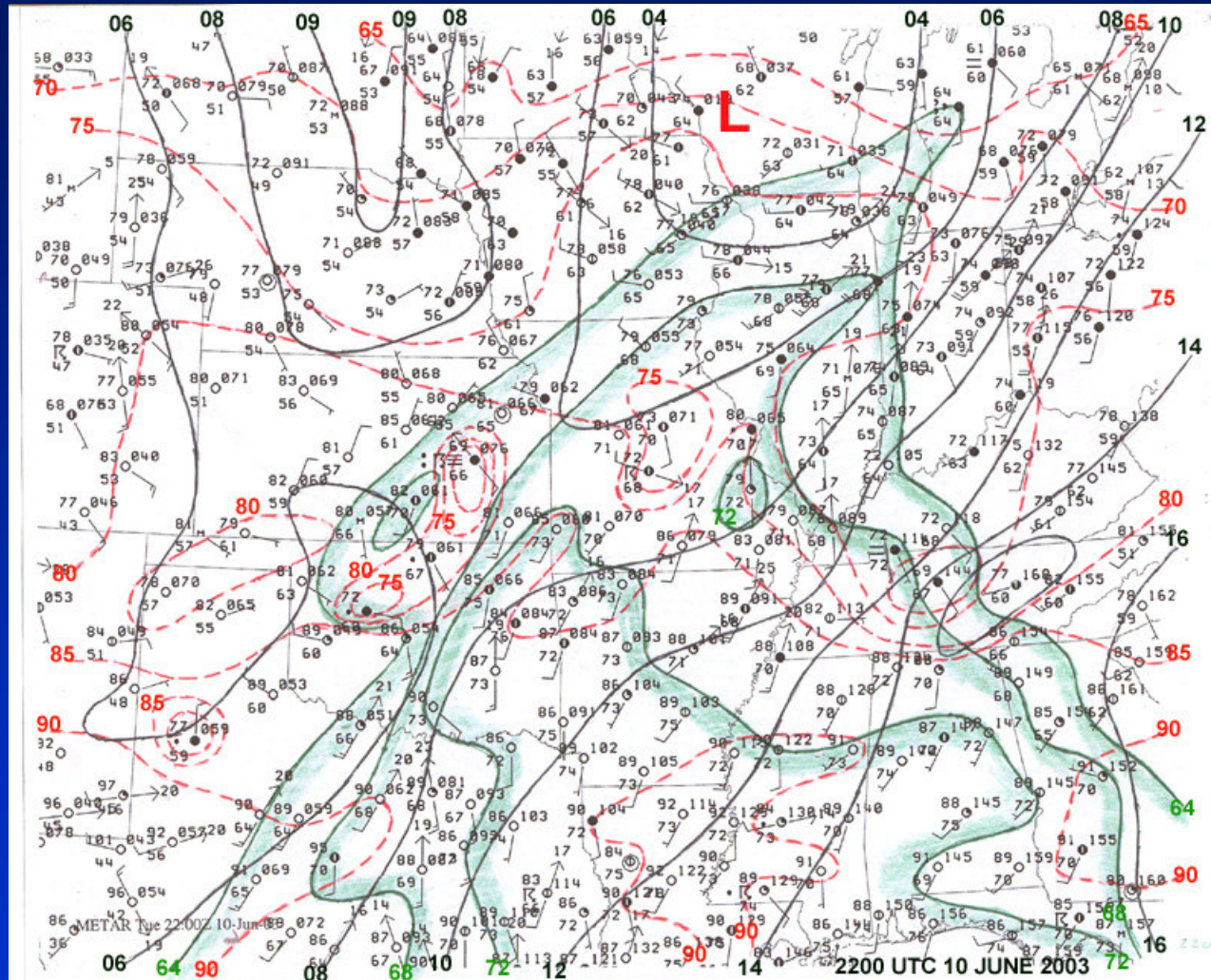
**FIG. 11. Damage survey from 10 Jun 2003 severe bow echo near MidAmerica St. Louis Airport. Blue shading denotes straight-line winds with damage equivalent to F0. Green arrows indicate wind direction inferred from debris orientation. Individual tornado tracks are denoted by heavy red lines. Time of damage ranged from about 2300 UTC 10 Jun to 0000 UTC 11 Jun. Domain is box with dashed line in Fig. 10.**

# Damage Map

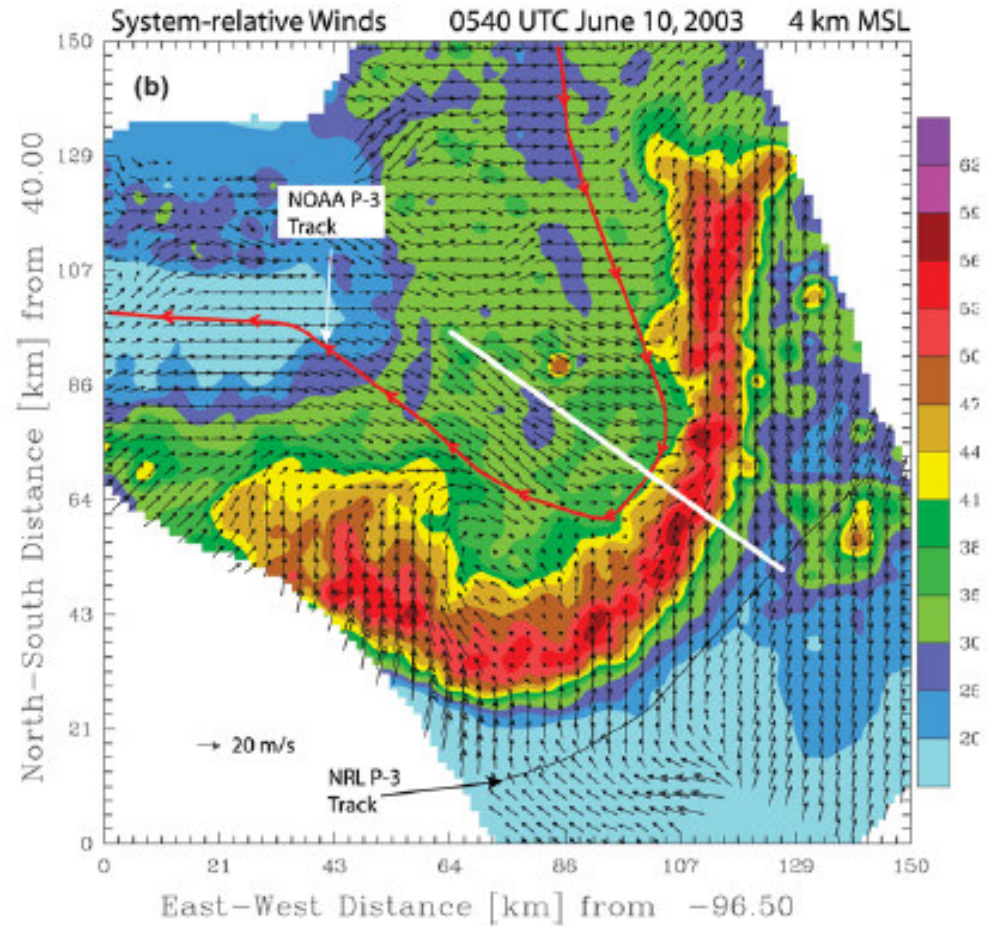
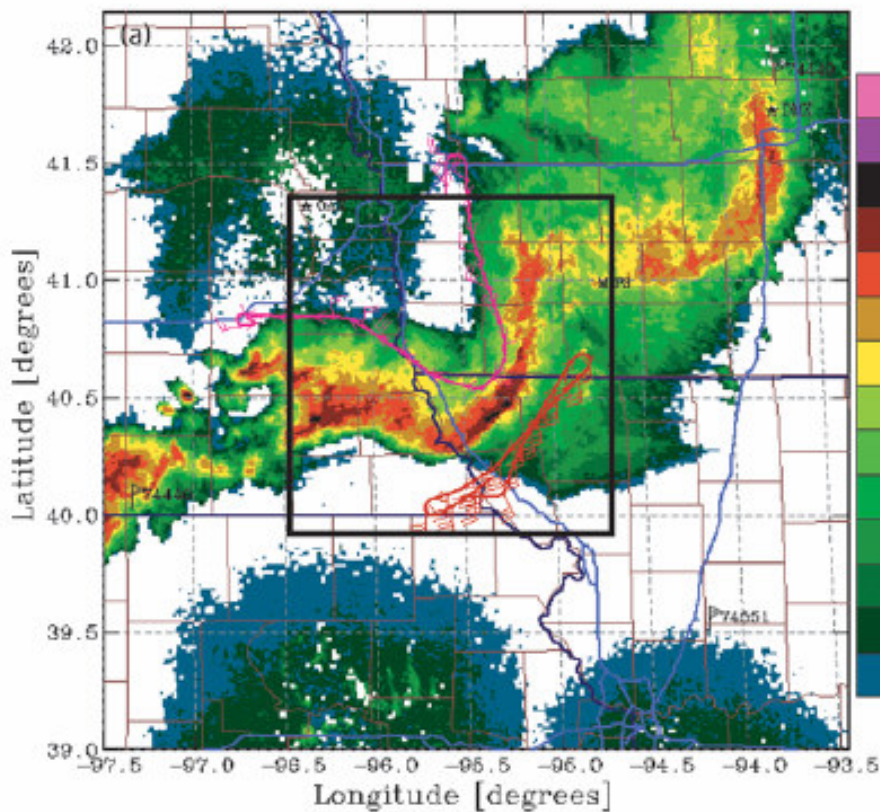


- An extensive ground and aerial damage survey was conducted
- 8 tornado tracks (F0-F2 damage) were identified, as well as numerous reports of straight-line wind damage (W)
- Scott AFB measured a straight line wind gust of 90 kts (104 mph) at 620 PM

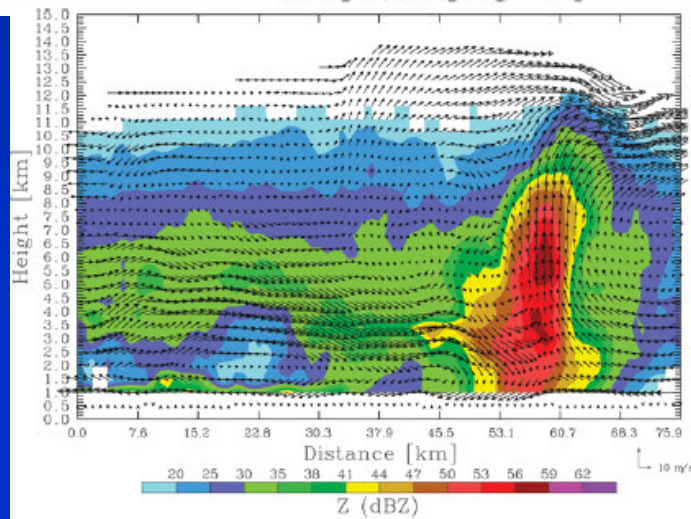
# 5 PM SFC Map



- 70-73°F dew points across southern/eastern MO ahead of cold front extending from WI southwest through northern MO

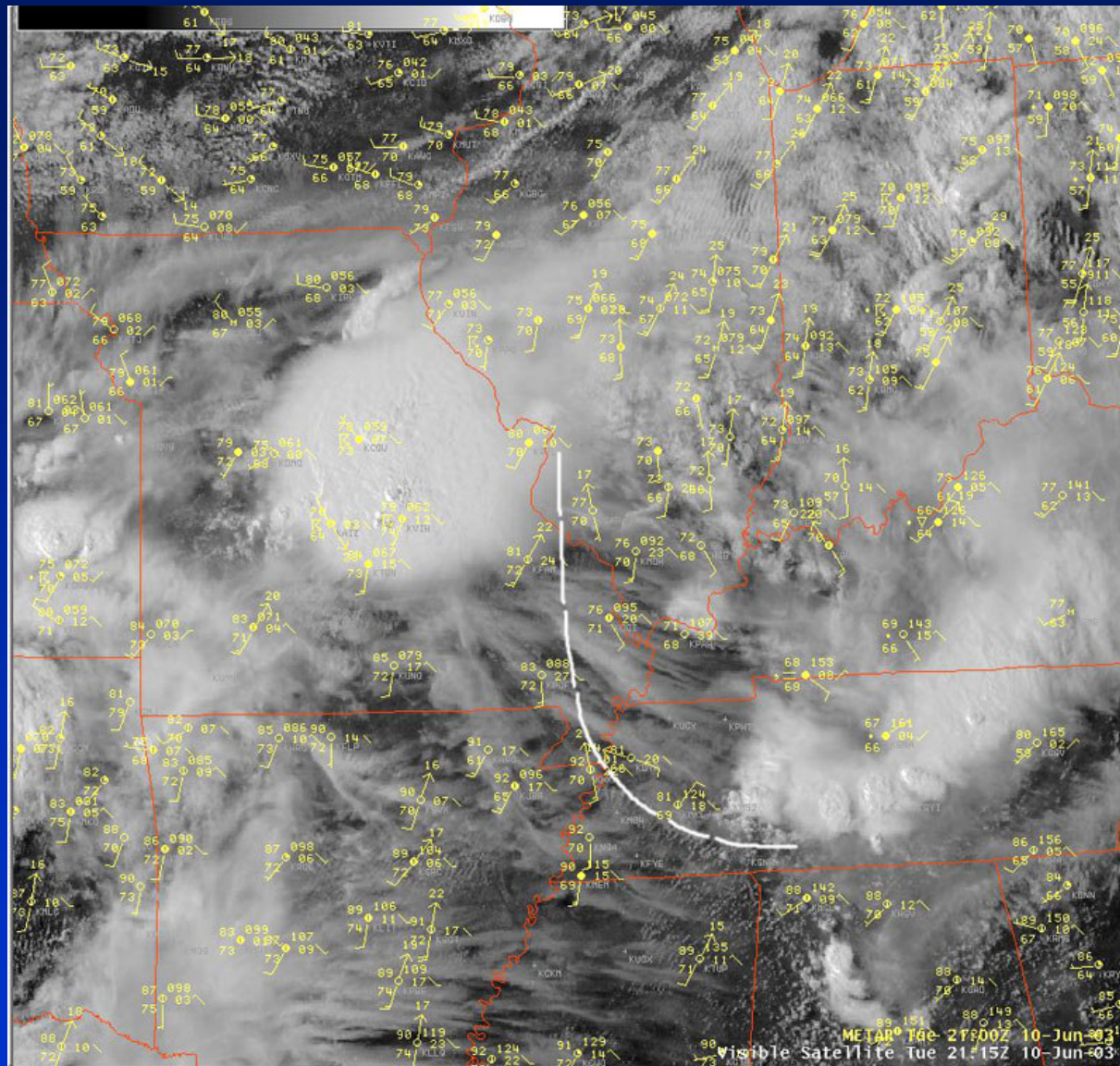


**FIG. 5.** (a) Base-scan reflectivity composite from WSR-88Ds from 0540 UTC on 10 Jun 2003. NOAA P-3 track is indicated in magenta, NRL P-3 track is shown in red. Box with black outline indicates quad-Doppler analysis domain (Fig. 5b); (b) quad-Doppler retrieval of system-relative winds within a bow echo on 10 Jun 2003. The NRL P-3 flew ahead of the convective line, the NOAA P-3 behind. The line was moving southeastward at about  $20 \text{ m s}^{-1}$ . White line denotes the location of the cross section shown in Fig. 6.



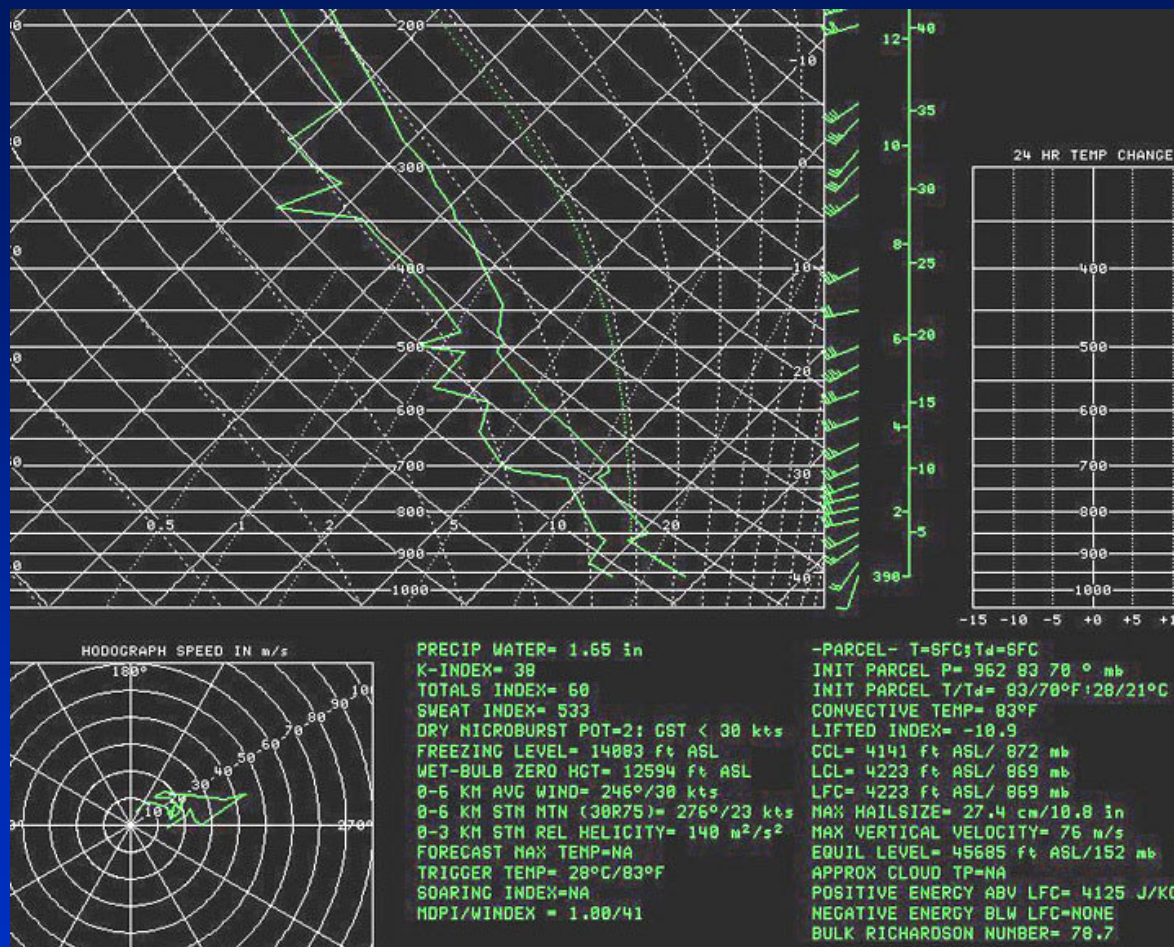
**FIG. 6.** Cross section from 10 Jun bow echo (see Fig. 5b) produced from quad-Doppler analysis. Shown are system-relative winds and reflectivity (dBZ) in the vertical plane.

# 415 PM Satellite/4 PM SFC OBs



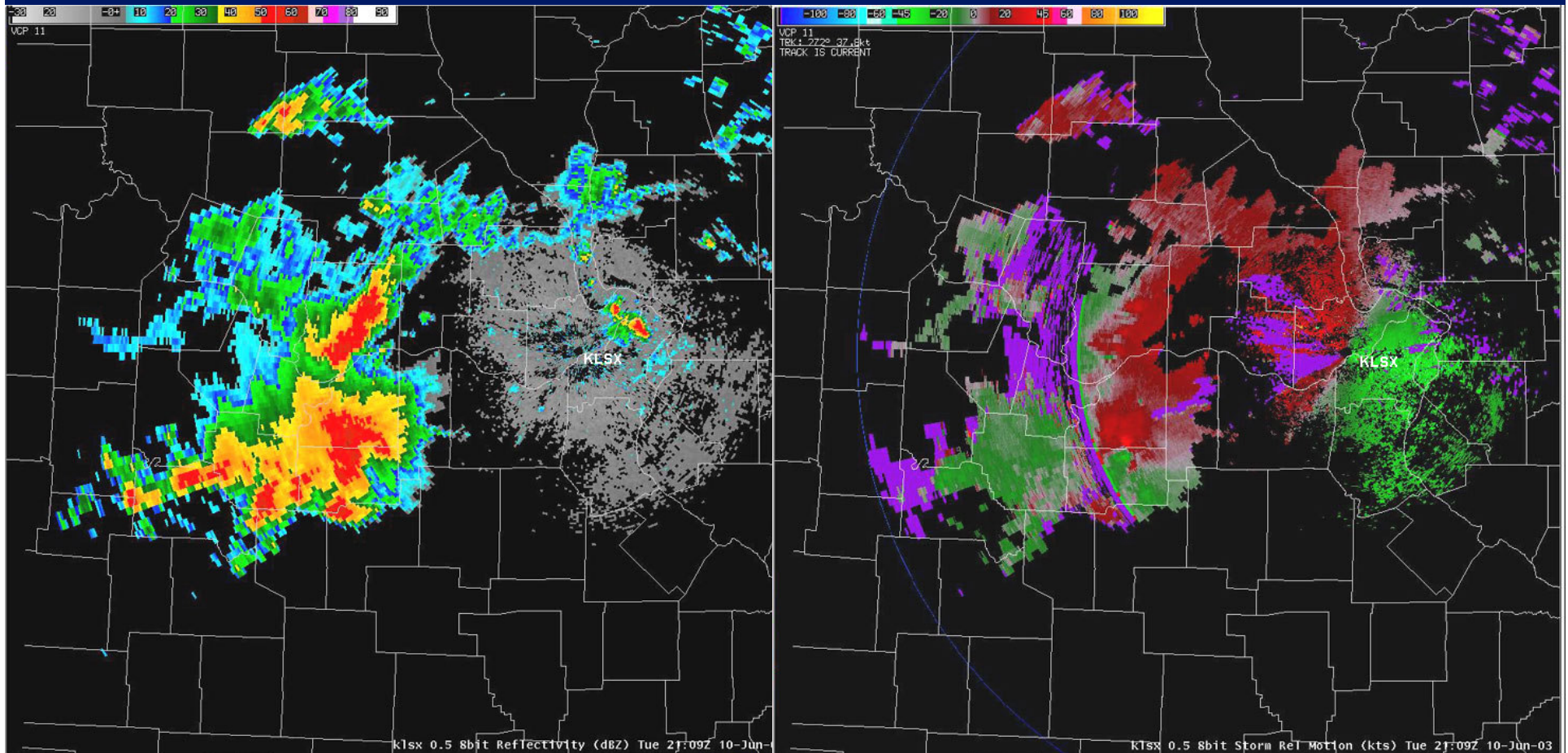
- Outflow boundary from morning MCS extending from near STL south through southeastern MO and into southwestern TN

# 1 PM SGF Sounding



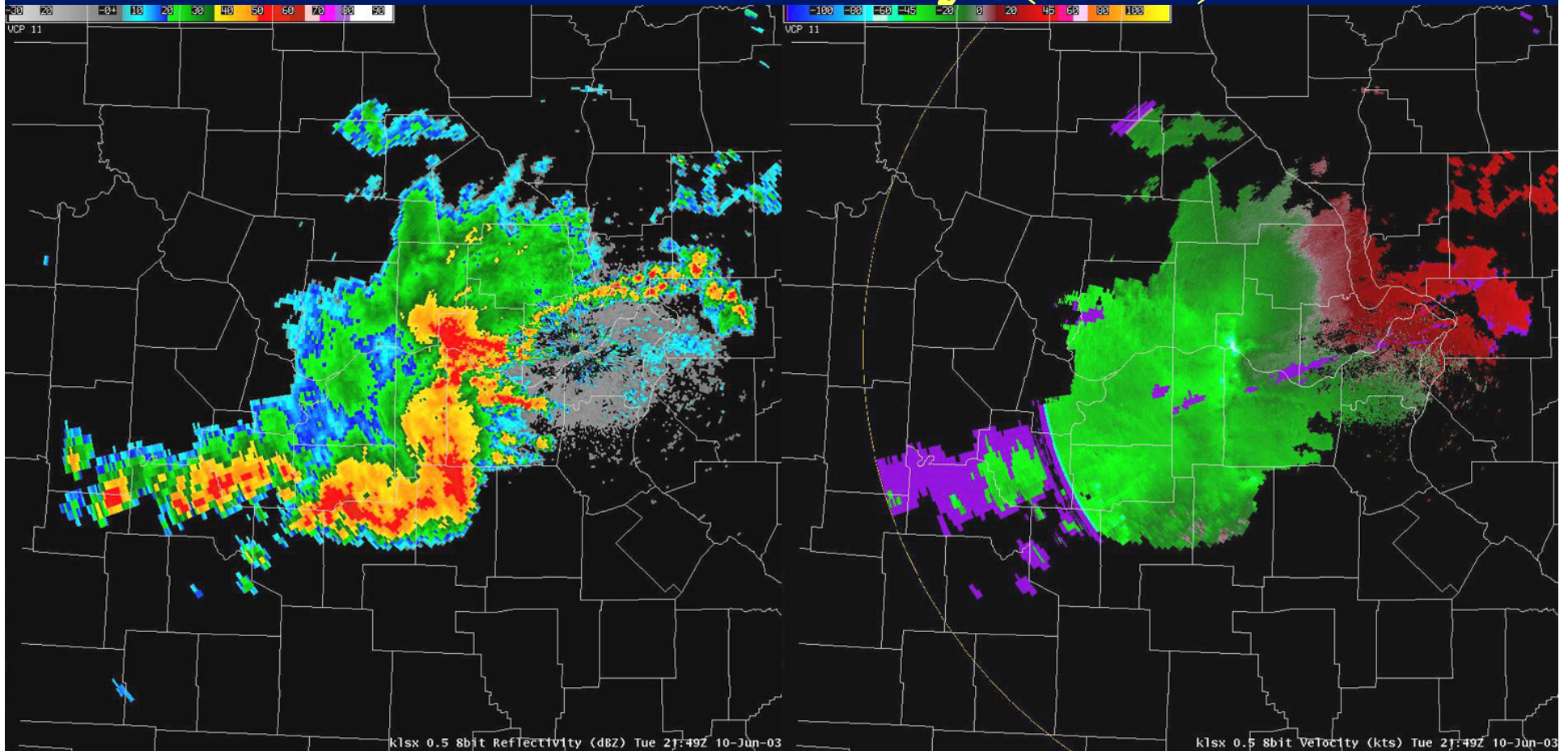
- CAPE of 4125 J/KG
- Low level (sfc-3 km) shear of 15 m/s (30 kts)
- SRH (0-3km) of 148 m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup>
- 4 PM RUC sounding (not shown) near FAM had less CAPE (3086 J/KG), but greater SRH (0-3km) of 308 m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup> due to better low level veering of the wind profile with height

# 409 PM Refl. & SRM Images (0.5°)



- Strong mesocyclone located in right front flank of high precipitation (HP) storm
- NE-SW oriented convective line segment north of HP storm

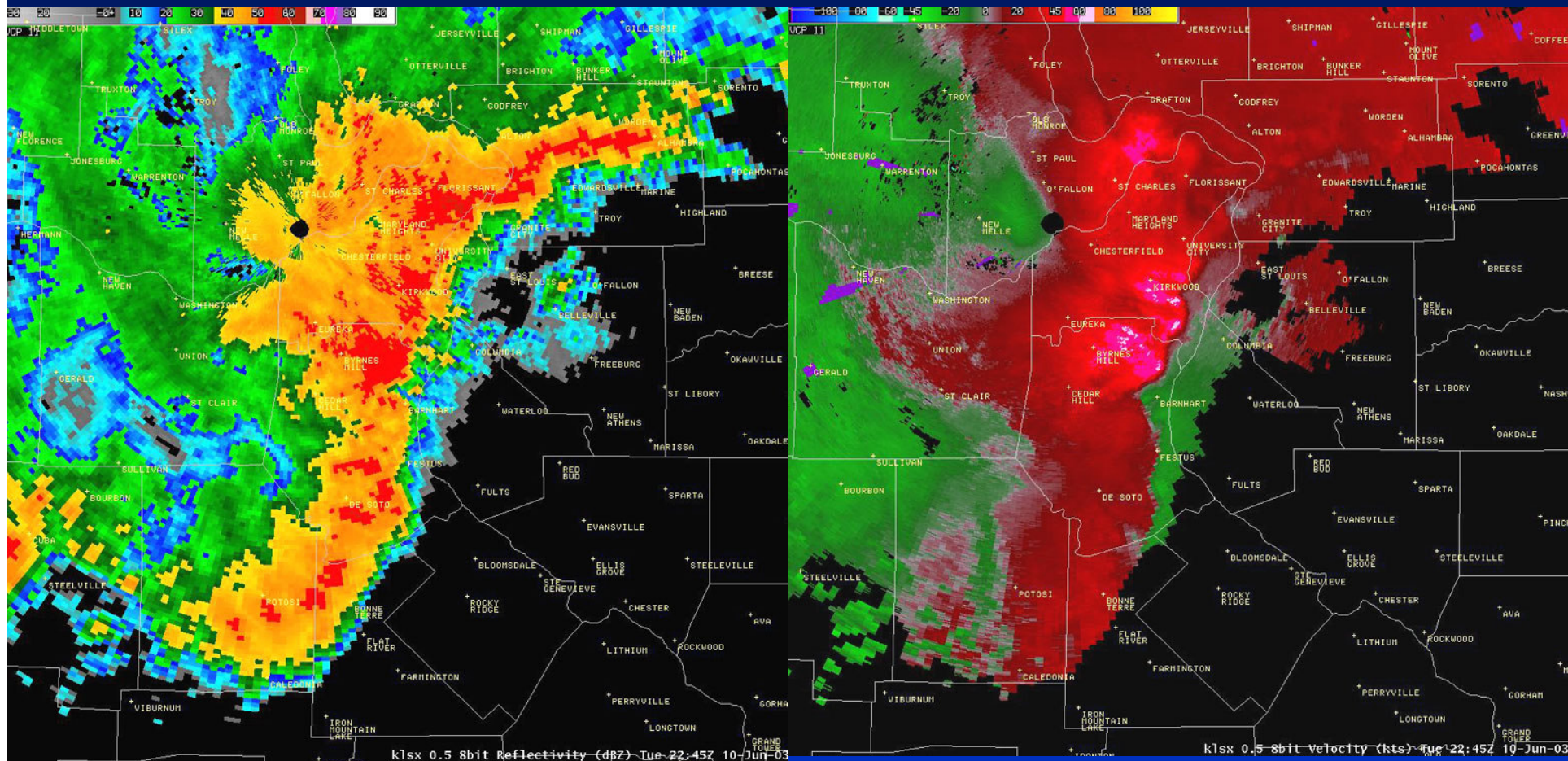
# 449 PM Refl. & Velocity (0.5°)



- HP storm has evolved into a well defined bow echo (Bow Echo #1)
- Strongest wind velocities associated with cluster of storms north of bow echo, likely due to the better radar viewing angle than the bow southwest of KLSX

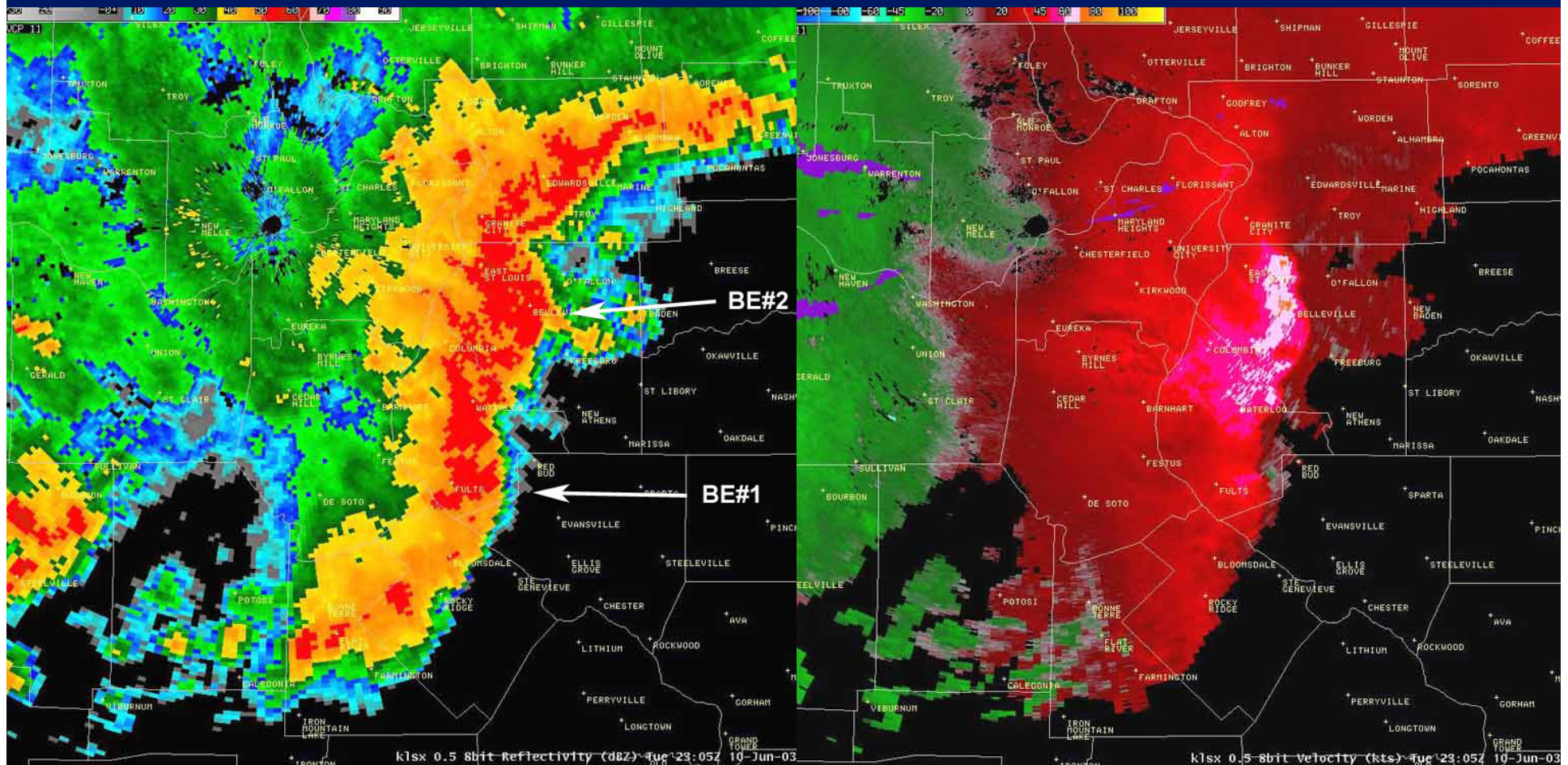


# 545 PM Refl. & Velocity (0.5°)



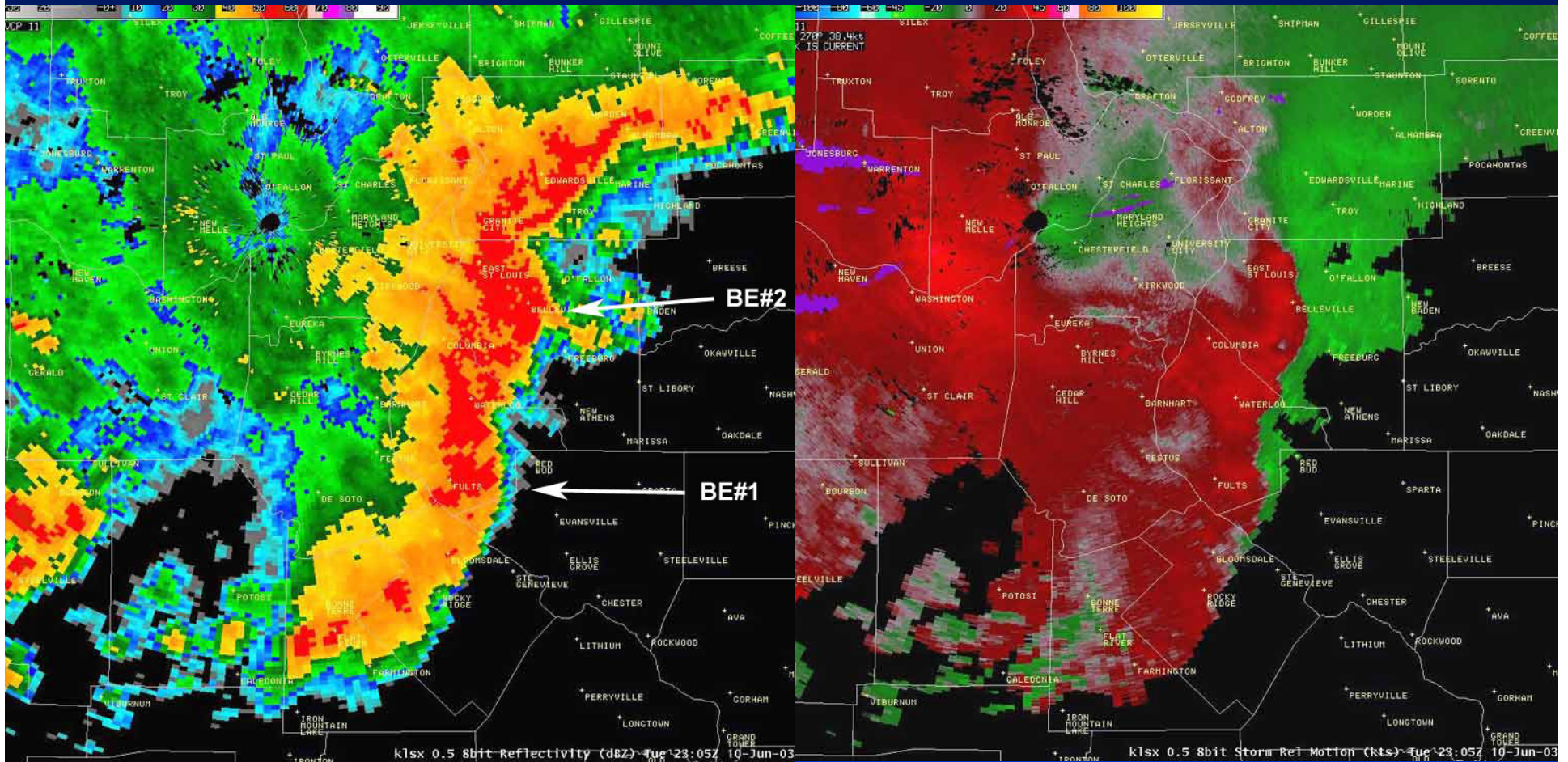
- Strongest outbound wind velocities noted over northern portion of convective line segment in southeastern St. Louis and northern Jefferson counties represents the developing rear inflow jet (RIJ) where the strongest and most widespread wind damage was occurring at this time

# 605 PM Refl. & Velocity (0.5°)



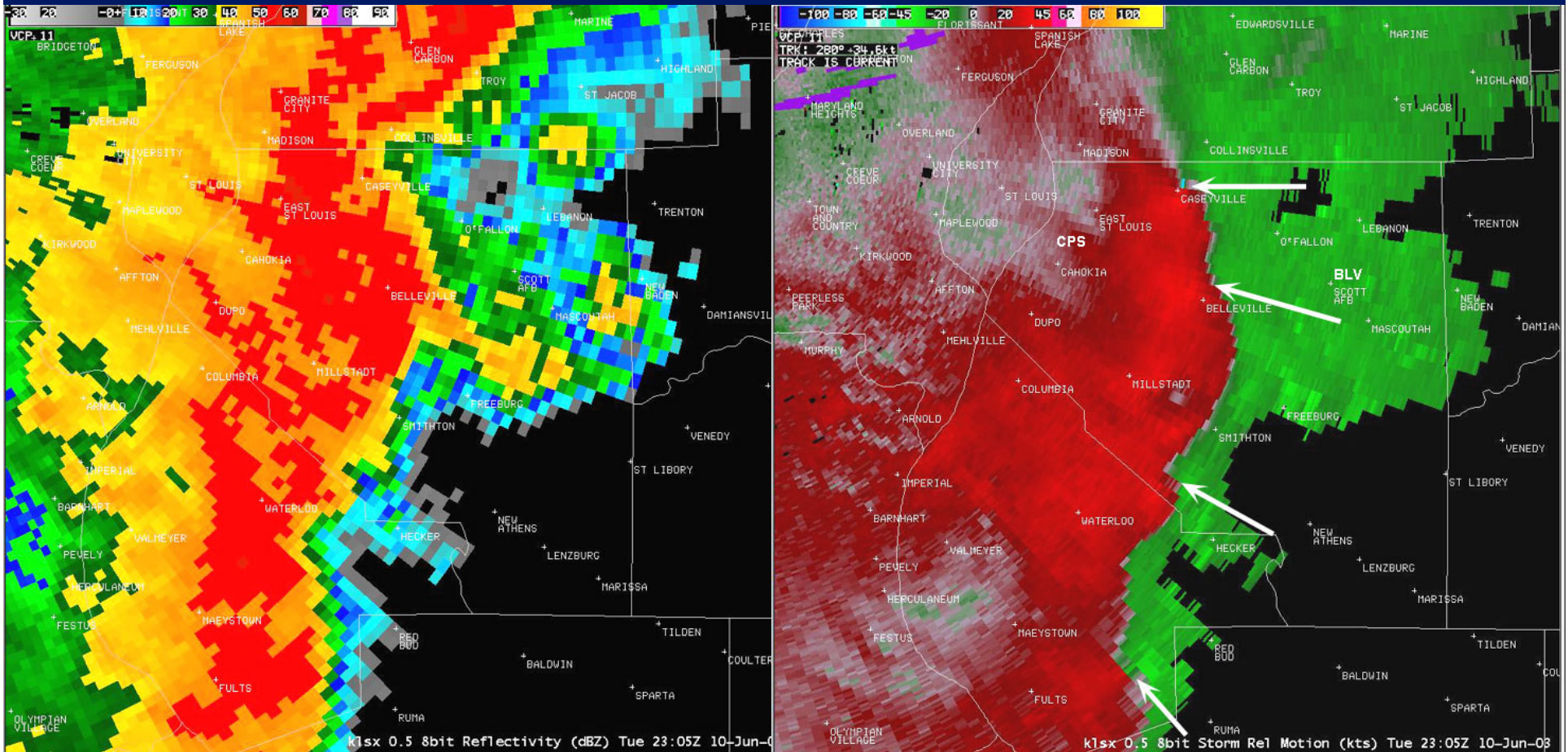
- Strongest outbound wind velocities noted in western St. Clair and northern Monroe counties reflect intensifying RIJ current associated with Bow Echo #2 (BE#2); strongest wind damage occurring over St Clair county at this time

# 605 PM Refl. & SRM Images (0.5°)



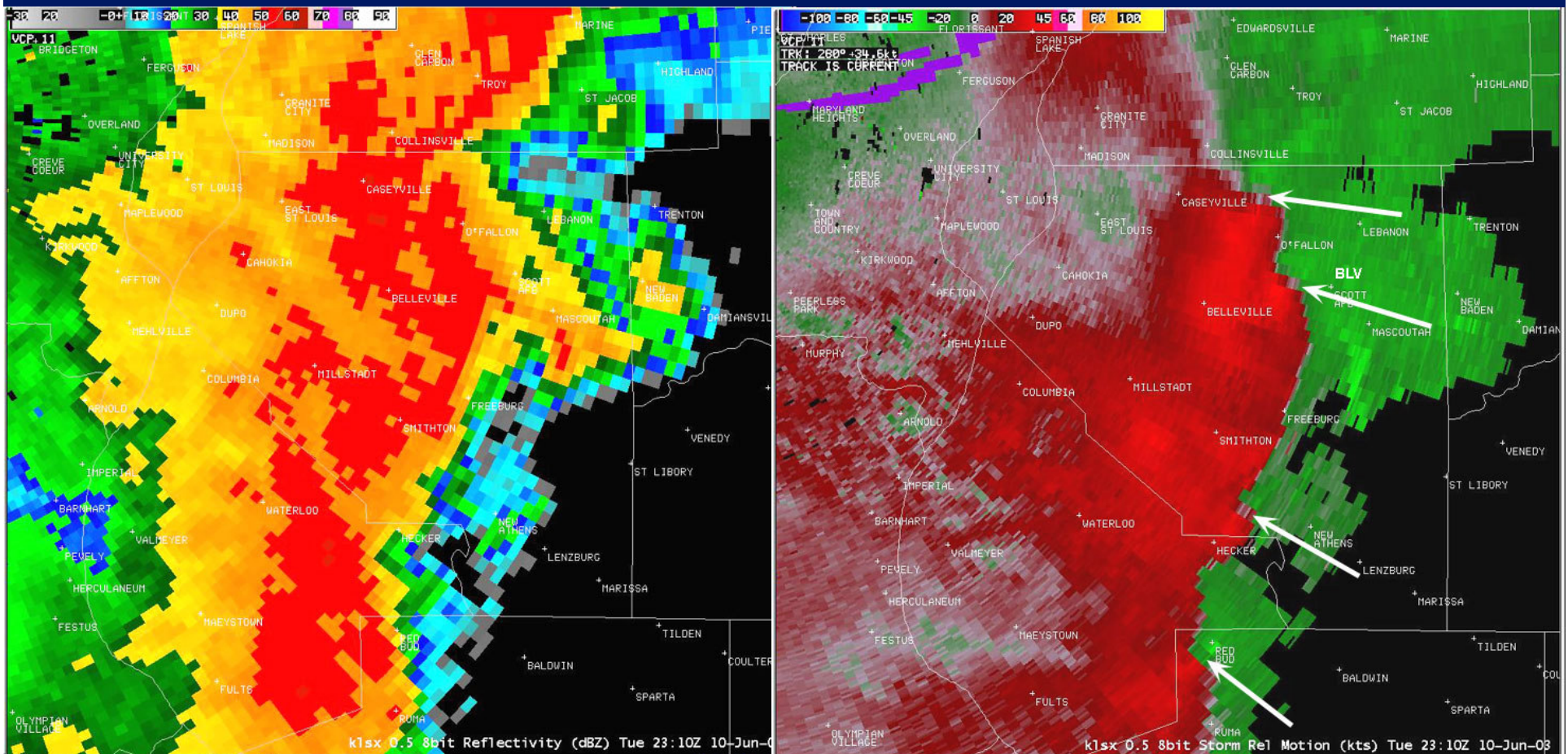
- 4 mesovortices were identified along the leading edge of Bow Echo (BE) #1 & #2; mesovortex in northern St. Clair county produced F2 intensity tornado damage near Caseyville, IL

# 605 PM Refl. & SRM Images (0.5°)



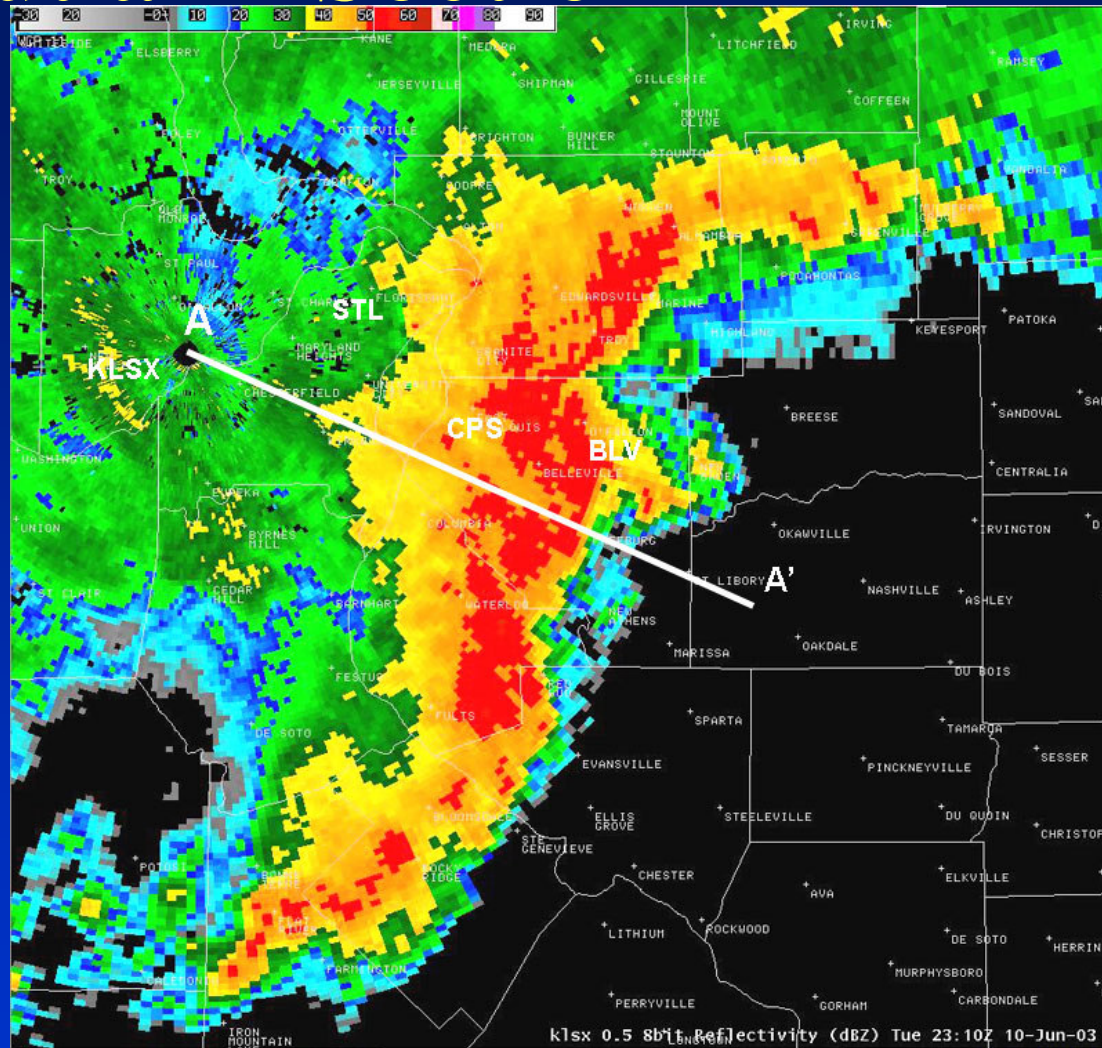
- Close-up view of the 4 mesovortices (denoted by arrows)
- 3 of the 4 mesovortices are producing tornadoes at this time
- A tornado cyclone exhibiting a gate to gate  $\odot V$  of 114 kts (131 mph) is located near Caseyville, IL and embedded within the larger mesovortex (northernmost arrow)

# 610 PM Refl. & SRM Images (0.5°)



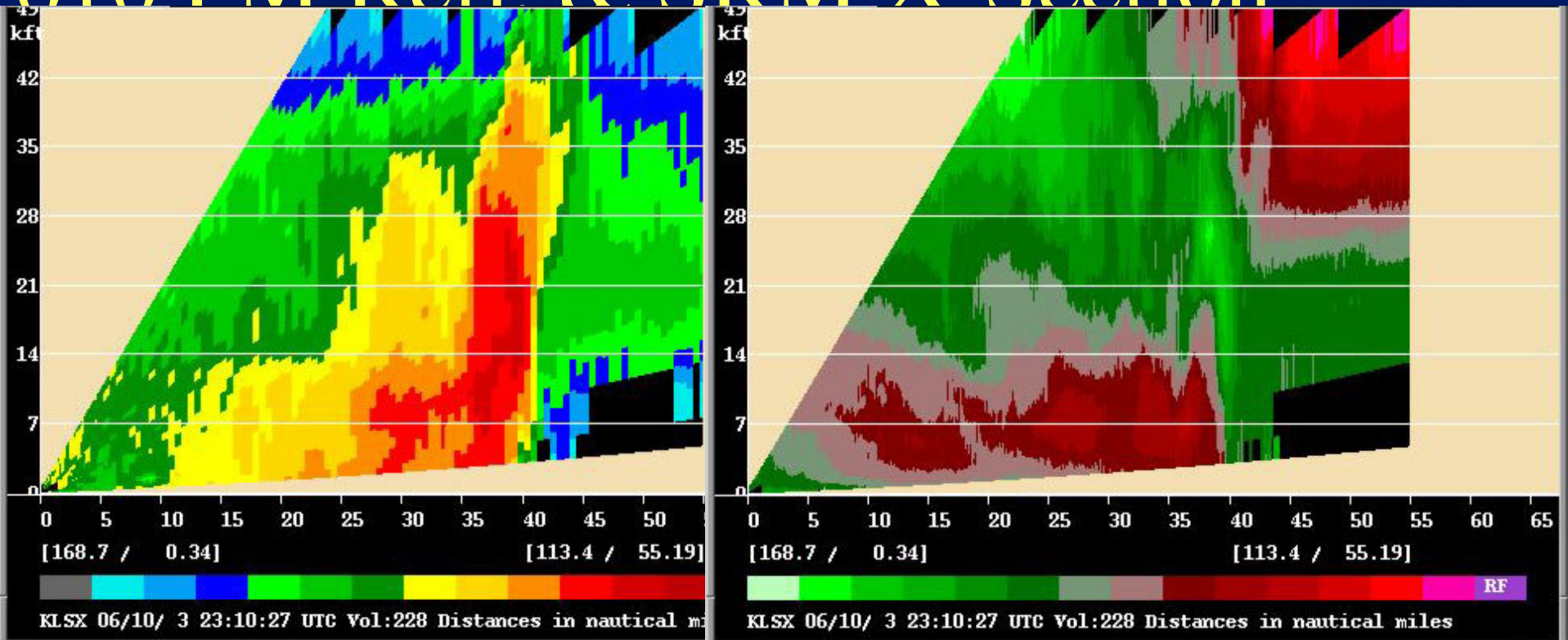
- Close-up image 5 minutes later depicts 4 mesovortices (2 are located near inflection points, while the other two are just north of the apex of bowing segments)
- The 2 northernmost mesovortices are producing tornadoes at this time

# Let us cut a X-Section



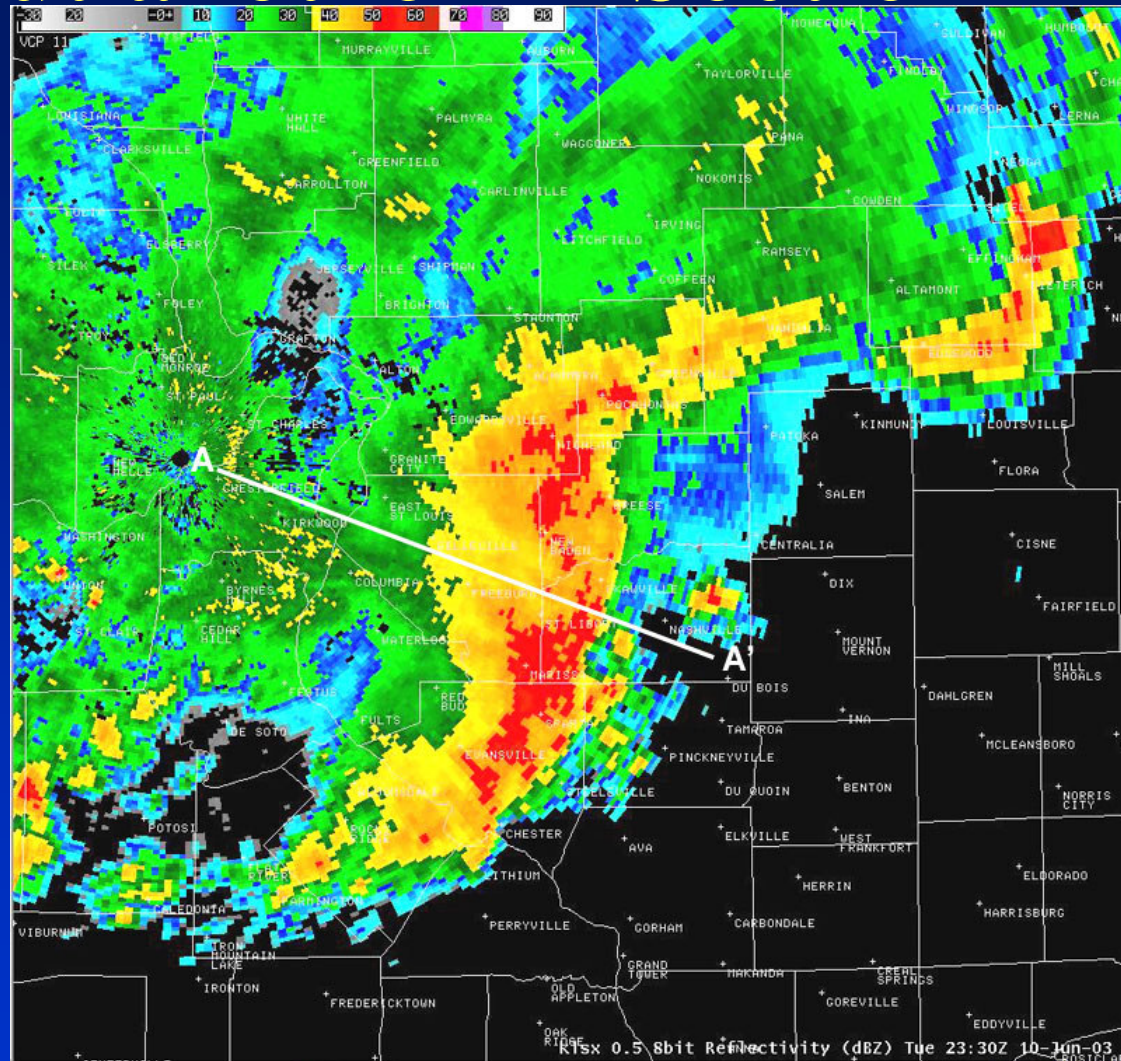
- A Reflectivity and SRM cross section at 610 PM from near KLSX southeast to near St. Libory, IL

# 610 PM Refl & SRM X-Section



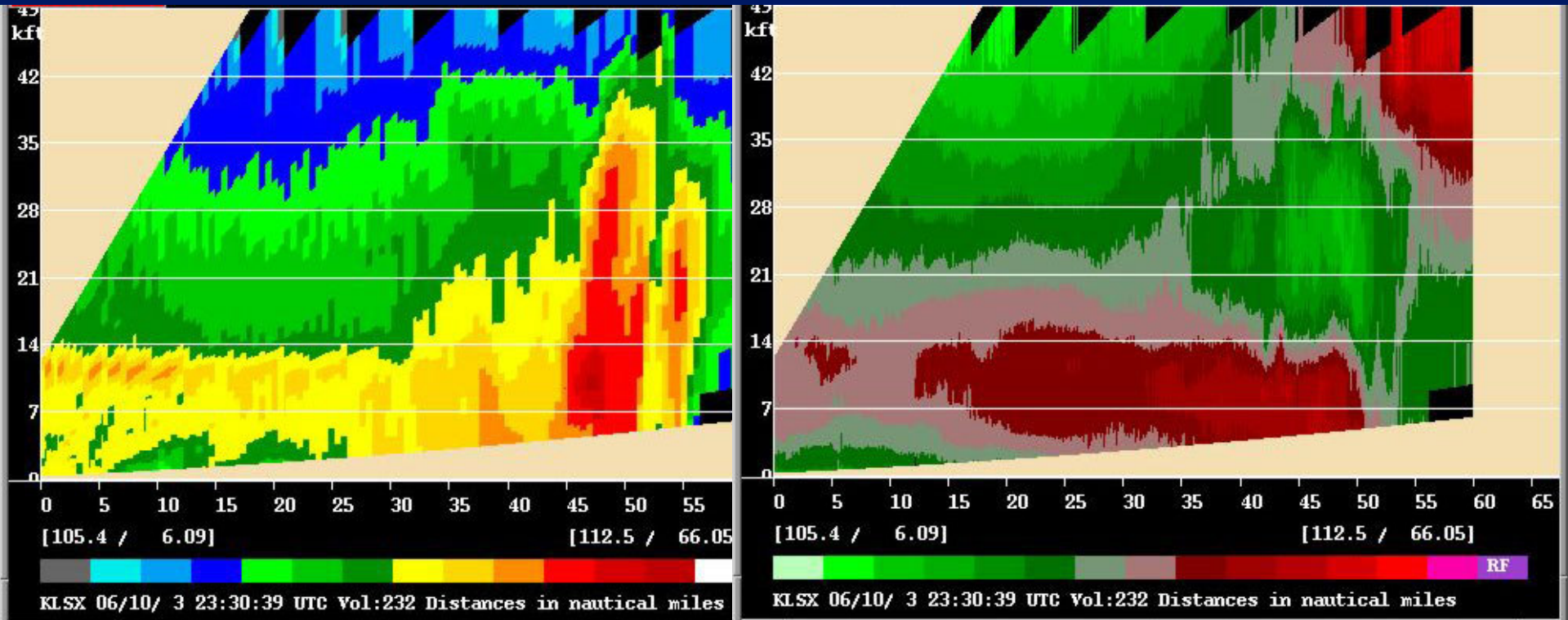
- Reflectivity image on left shows tall convective tower along the leading edge of bow echo
- SRM image on right shows strong updraft current (green inbounds), and developing RIJ current (red outbounds) below 14 Kft

# Let us cut another X-Section



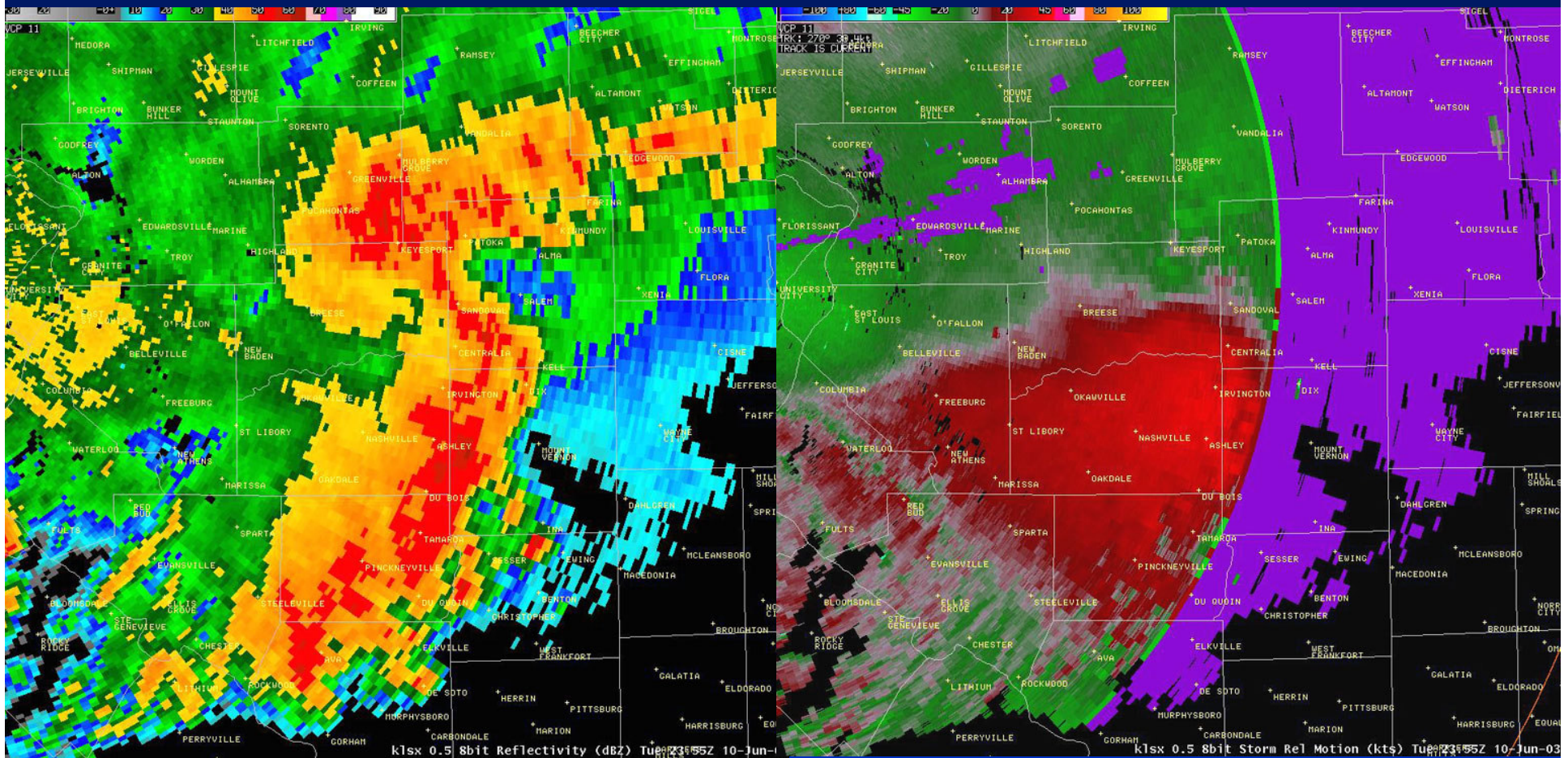
- A Reflectivity and SRM cross section at 630 PM from near KLSX southeast to near Nashville, IL

# 630 PM Refl. & SRM X-Section



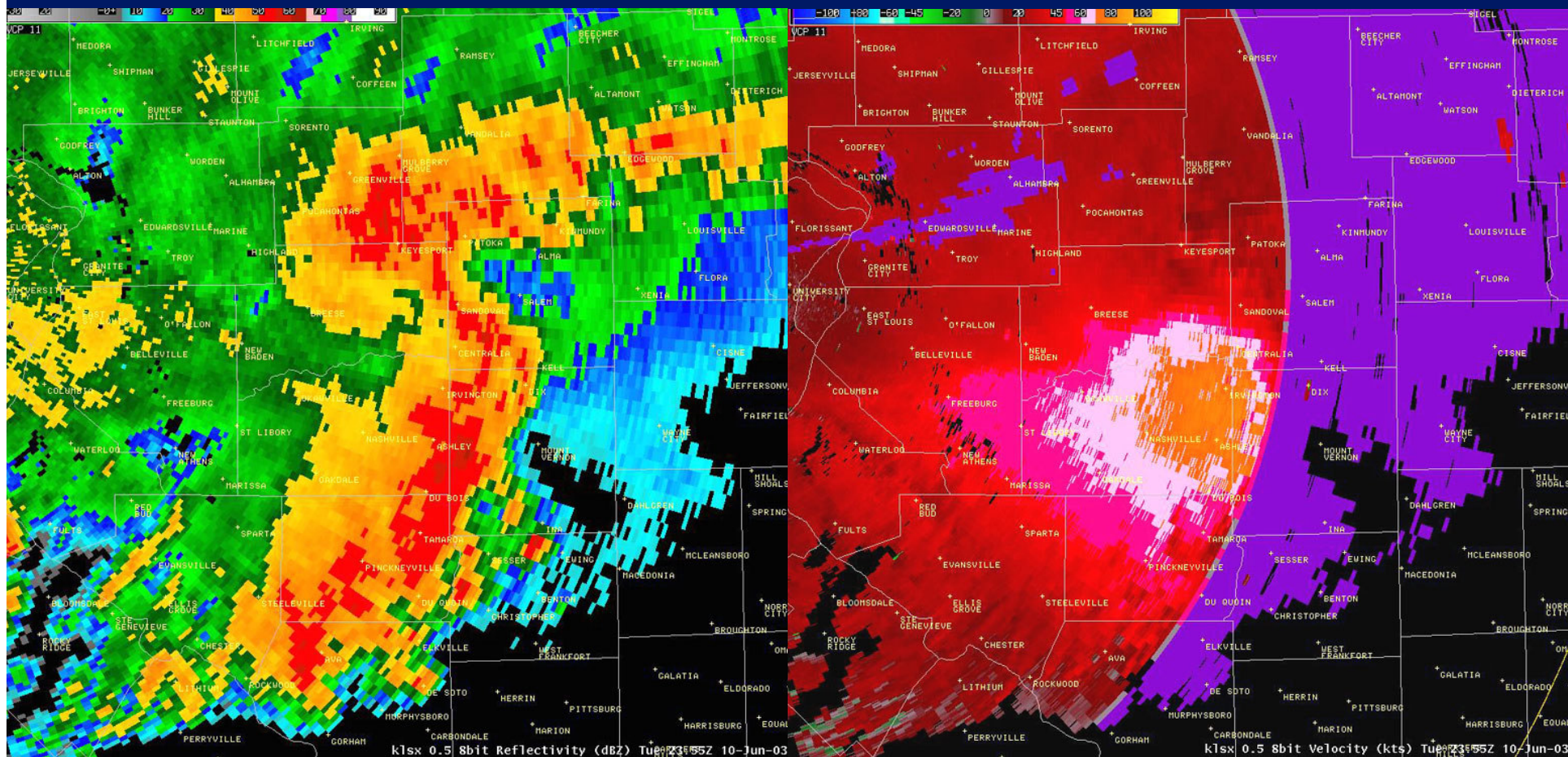
- Reflectivity image (left) shows multicell convective evolution with new convective growth ahead of older convective cells, and enhanced stratiform rain region along the trailing flank of the line
- SRM image (right) shows descending mesoscale RIJ (red outbounds) and ascending front to rear flow (green inbounds)

# 655 PM Refl. & SRM Images (0.5°)

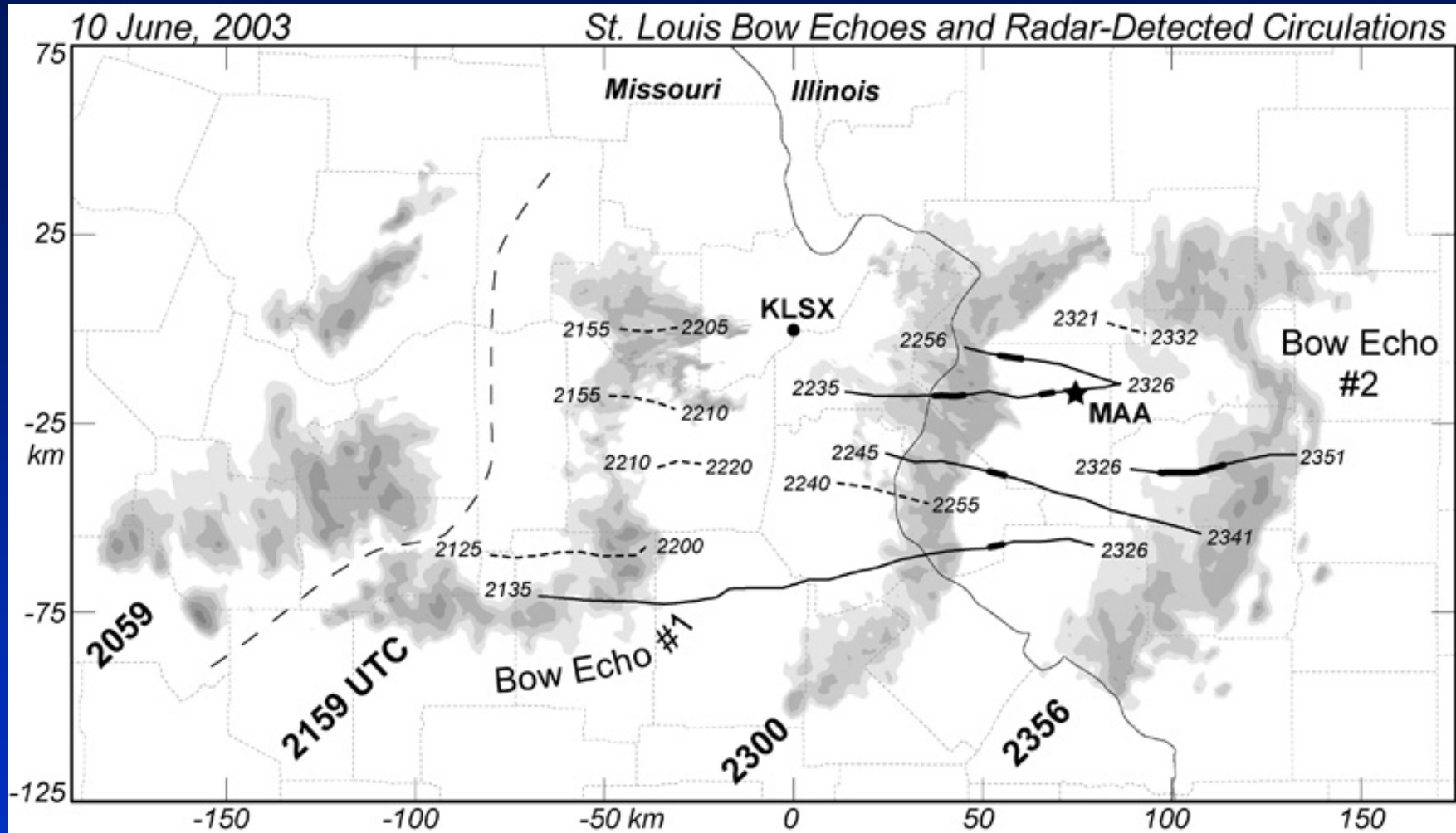


- Mature Bow Echo #2 with large cyclonic circulation located in the northern portion of the bow (comma structure in reflectivity image)
- Well defined rear inflow notch (RIN) south of northern cyclonic line end vortex and coincident with RIJ

# 655 PM Refl. & Velocity (0.5°)



- Strongest outbound wind velocities (RIJ current) coincident with RIN



- Circulation tracks associated with Bow Echo #1 & #2
- Dashed line: circulation which did not produce a tornado
- Solid line: circulation which produced a tornado
- Dark, thick solid line: depicts actual track of tornado

*Fig. by N. Atkins*

# Concluding Remarks

- Bow echoes developed in an environment of high instability (CAPE >3000 J/kg), and moderate low-level (0-3 km) wind shear of 15 m/s (30kts)
- The development and subsequent intensification of the RIJ with Bow Echo #2 not only lead to more widespread wind damage near STL, but also appeared to aid in the development of the tornadic mesovortices just east of the Mississippi River
- Greatest degree of straight-line wind damage occurred along and south of the track of mesovortices (ie. near Belleville, IL)

# Concluding Remarks (cont.)

- Tornadoes occurred after deepening and intensification of the mesovortex
- While most of the mesovortices occurred either at/just north of the bow apex, or near the inflection point (far northern end of bow), one tornadic mesovortex did occur south of the bow apex (in Washington County IL)
- All of the tornadic mesovortices occurred in IL on the cool side of the old outflow boundary, while the non-tornadic mesovortices occurred on the warm side or west of the surface boundary in MO

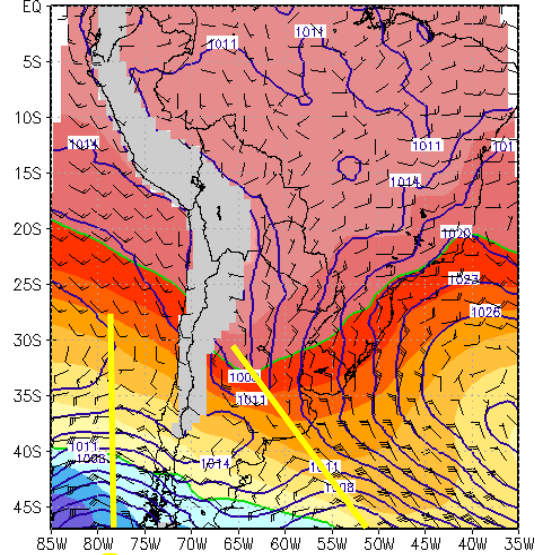
# TORMENTA 21 Octubre 2008

- En la madrugada del **21 de Octubre de 2008** se desarrollaron 3 líneas convectivas en la pcia de Bs As.
- Su estructura espacial y temporal responde al modo convectivo conocido con el nombre de *bow-echo*.
- Reflectividad característica de este tipo de configuración (forma de arco) fueron captados por los radares meteorológicos de Ezeiza y Pergamino.
- Las imágenes doppler registraron por detrás de estas líneas, vientos intensos mayores a  $20 \text{ ms}^{-1}$ .
- Se estudiaron las condiciones sinópticas que acompañaron la ocurrencia de estos sistemas.
- Se analizaron los pronósticos del modelo BRAMS-UBA en una resolución de 20 km.

o RAMS-UBA-CIMA 80 km

S 12Z20OCT2008

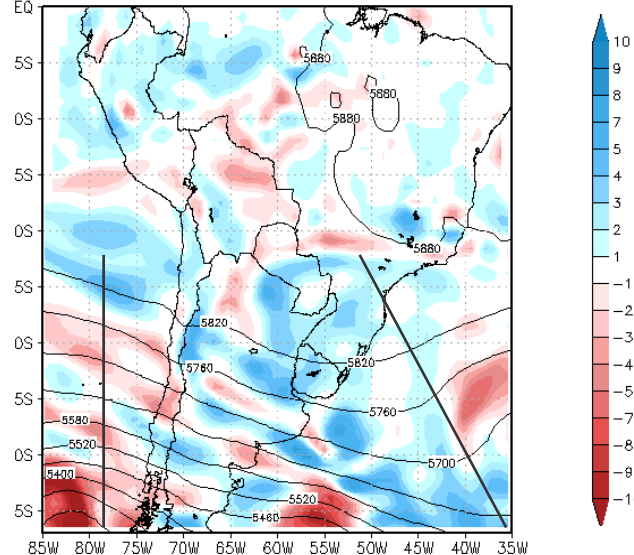
Contorno Azul: Presión a nivel del Mar (hPa)  
Sombreado: Espesor 1000/500 hPa (metros)  
Barbas: Viento en 1000 hPa (nudos)



RAMS-UBA-CIMA 80 km

i 12Z20OCT2008

Contorno: Geopotencial en 500 hPa (metros)  
Sombreado: Vorticidad en 500 hPa ( $10^5 \text{ s}^{-2}$ )

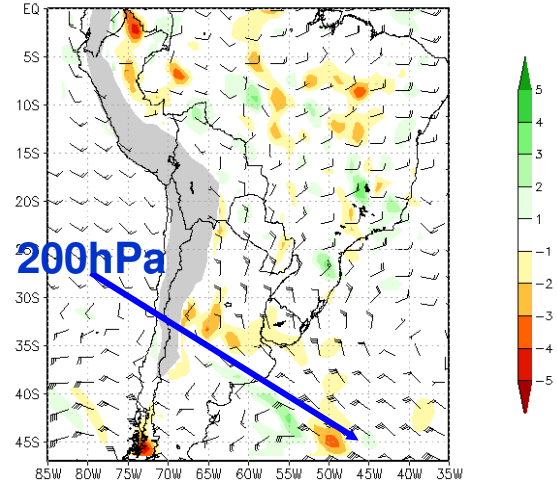


o RAMS-UBA-CIMA 80 km

S 12Z20OCT2008

Sombreado: Divergencia de Flujo de Vapor 925 hPa ( $10^7 \text{ s}^{-2}$ )

Barbas: Viento en 925 hPa (nudos)



2

1

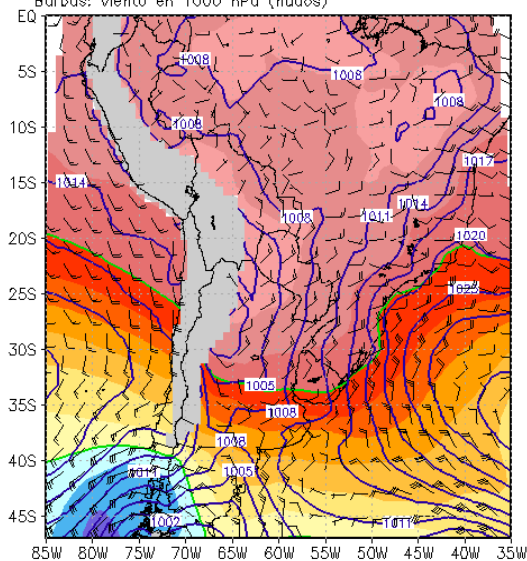
1) Frente frío avanzando sobre el Océano Atlántico,  
2) Frente frío sobre el Océano Pacífico.  
3) Espesores muestran una intensa advección cálida prefrontal generada a partir de un flujo intenso oriundo del anticiclón del Océano Atlántico

1) Eje cuña retirándose hacia el Océano Atlántico.  
2) Eje vaguada de onda media a larga sobre el O.Pacífico.  
3) Zona central país en parte delantera de vaguada y dentro de ésta, se observa inmersa una onda corta sobre zona cordillerana del Norte del país.  
4) Se observa también vorticidad ciclónica asociada a la zona frontal en niveles bajos, al Sur de Buenos Aires.

Intenso flujo del sector Norte de:  $10^{\circ}\text{S}$  hasta  $35^{\circ}\text{S}$ , a  $20\text{-}35\text{Kt}$  confluyente hacia una Baja relativa, donde existe una notable convergencia de humedad.

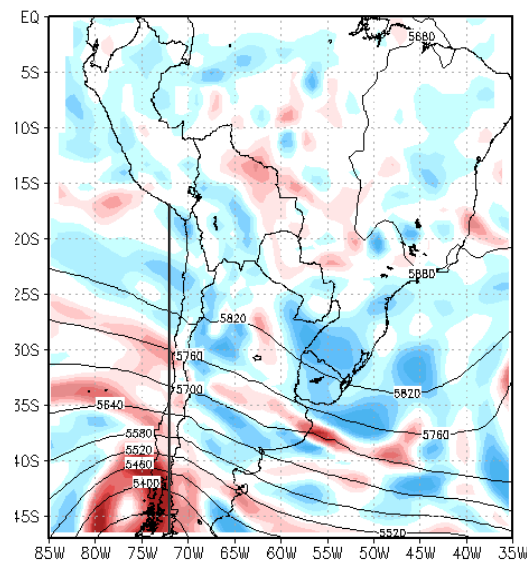
o RAMS-UBA-CIMA 80 km **12 hs despues**

is 00Z21OCT2008  
 Contorno Azul: Presion a nivel del Mar (hPa)  
 Sombreado: Espesor 1000/500 hPa (metros)  
 Barbas: Viento en 1000 hPa (nudos)



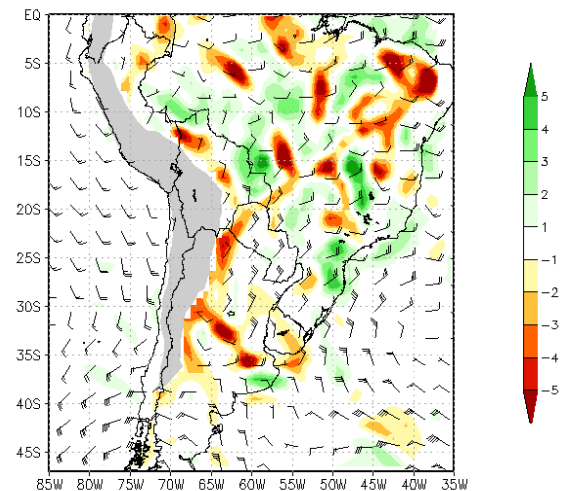
RAMS-UBA-CIMA 80 km

is 00Z21OCT2008  
 Contorno: Geopotencial en 500 hPa (metros)  
 Sombreado: Vorticidad en 500 hPa ( $10^5 \text{ s}^{-2}$ )



RAMS-UBA-CIMA 80 km

is 00Z21OCT2008  
 Sombreado: Divergencia de Flujo de Vapor 925 hPa ( $10^7 \text{ s}^{-2}$ )  
 Barbas: Viento en 925 hPa (nudos)

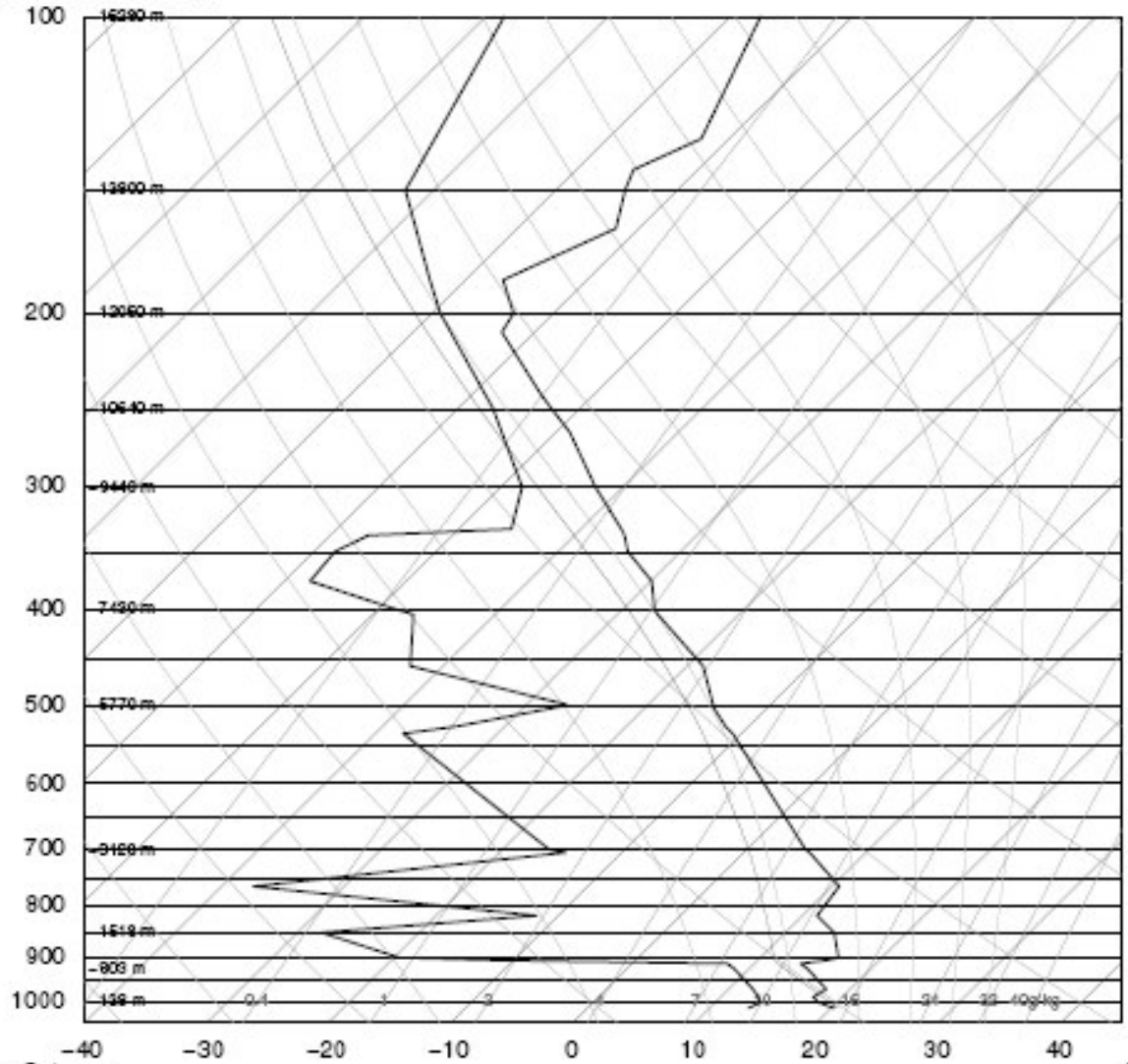


- 1) Aumento de espesores al N de 35°S persiste la advección cálida.
- 2) Se aprecia curvatura ciclónica evidenciando una zona frontal caliente sobre el N. Bs As.
- 3) El frente frío ahora se encuentra avanzando sobre la región patagónica con orientación meridional, con importante advección de aire frío posterior .

- 1) Eje vorticidad ciclónica débil en zona central del país probab. asociado con zona frontal caliente.
- 2) 1 vaguada + pronunciada e intensa, con eje de mín. P en lacosta de Chile, proyectando su zona delantera sobre el centro del país y está asoc. con frente frío que avanza por el N. de la Patagonia.

- 1) Persiste el flujo intenso del N. de hasta 35Kt, con convergencia intensa en el centro y O. de Bs. As. que se corresponde con el máximo de generación de actividad convectiva que se visualiza tanto en las imágenes de radar como así también en las imágenes satelitales

87576 SAEZ Ezeiza Aero



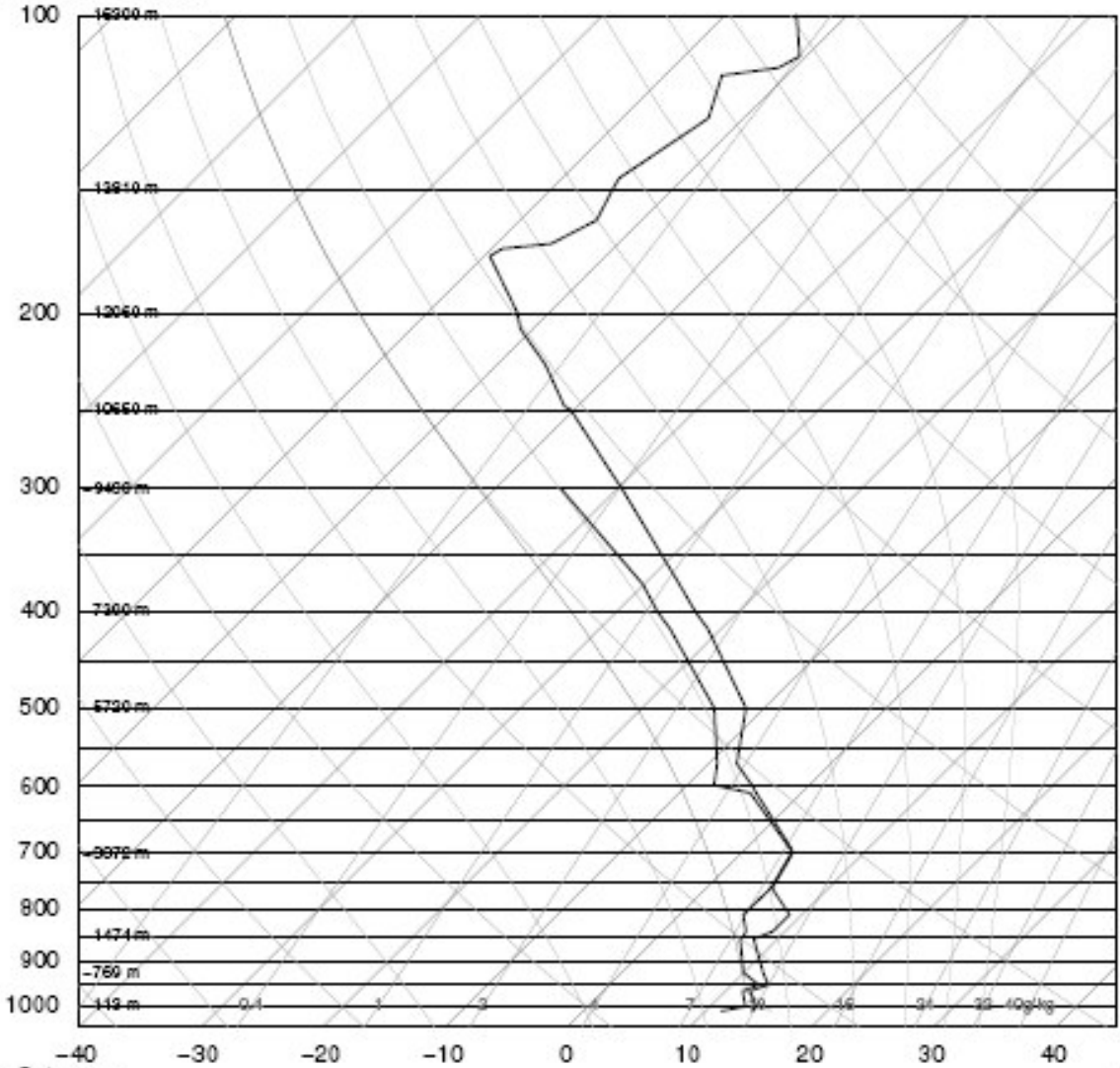
SLAT -34.81  
SLOK -58.52  
SELV 20.00  
SHOW 12.64  
LIFT 1.95  
LFTV 1.76  
SWET 64.01  
KINX -20.3  
CTOT -13.3  
VTOT 28.70  
TOTL 15.40  
CAPE 0.00  
CAPV 0.00  
CINS 0.00  
CINW 0.00  
BQLV -9999  
BOTV -9999  
LFCT -9999  
LFCV -9999  
BRCH 0.00  
BRCV 0.00  
LCLT 284.6  
LCLP 908.3  
MLTH 202.5  
MLMR 0.45  
THCK 5632.  
PWAT 13.39

?

12Z 20 Oct 2008

University of Wyoming

87576 SAEZ Ezeiza Aero



SLAT -34.81  
 SLON -58.52  
 SELV 20.00  
 SHOW 6.83  
 LIFT 8.91  
 LFTV 9.09  
 SWET 159.0  
 KINX 26.80  
 CTOT 18.50  
 VTOT 19.00  
 TOTL 38.40  
 CAPE 0.00  
 CAPV 0.00  
 CINS 0.00  
 CINW 0.00  
 BCLV -9999  
 BCLW -9999  
 LFCT -9999  
 LFCV -9999  
 BRCH 0.00  
 BRCV 0.00  
 LCLT 285.0  
 LCLP 958.4  
 MLTH 287.6  
 MLMR 9.09  
 THCK 5607  
 PWAT 36.68

?

12Z 21 Oct 2008

University of Wyoming

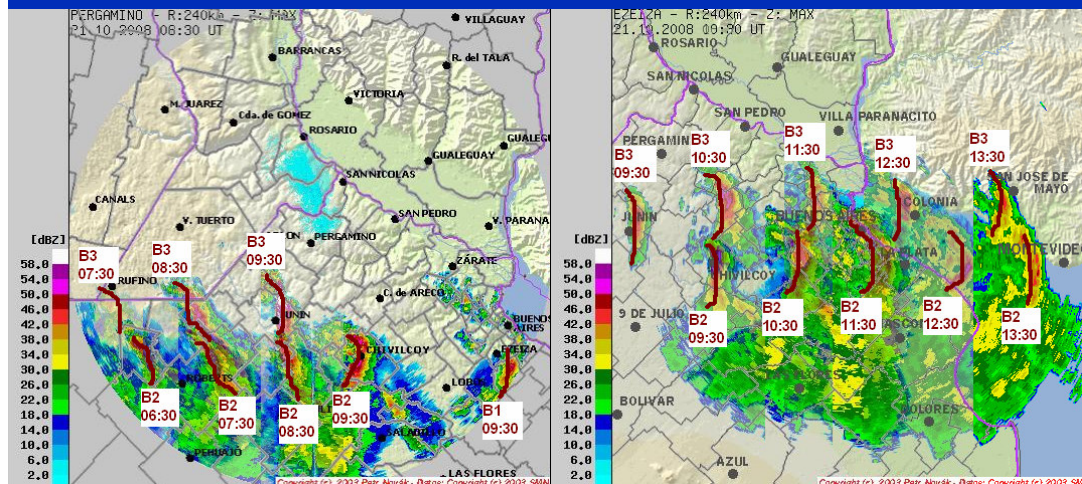
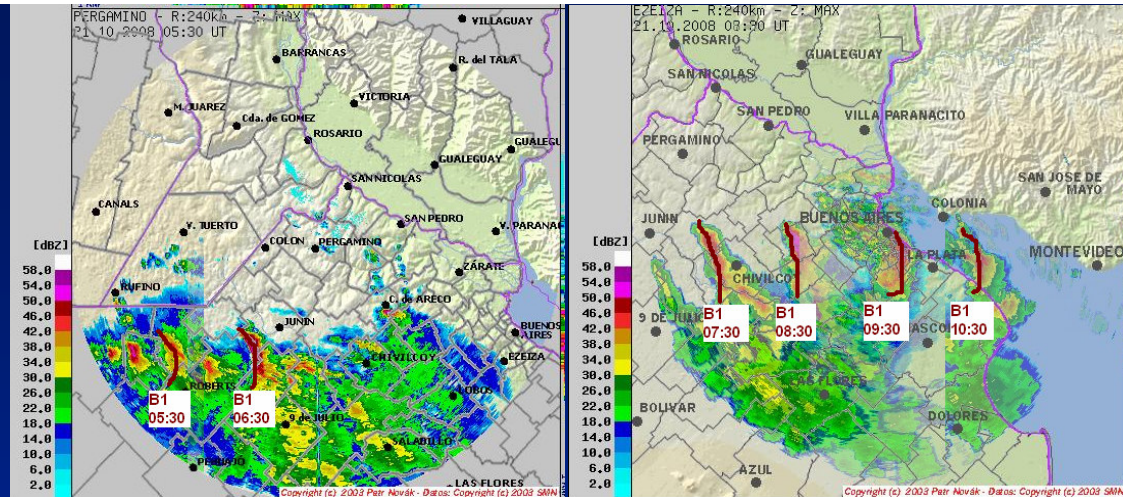
Radar Pergamino muestra a las 3:50 UTC un incipiente “bow-echo” (40km) **B1**.

Radar Ezeiza muestra **B1** a las 6:50 UTC reflectividad en una etapa bow-echo.

6:50 UTC Pergamino muestra el avance de un segundo sistema **B2** con su apéndice sur en Roberts y su eje hacia el sur de Rufino. **B2** está en una etapa de transición entre “tall-echo” y bow-echo.

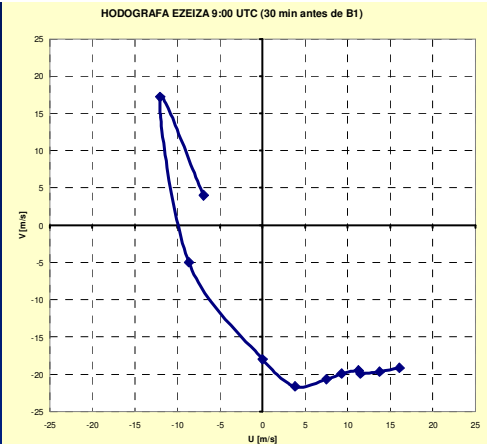
9:30 UTC Pergamino muestra el avance hacia el este de los sistemas **B1** y **B2**, que se encuentran en etapa bow-echo, aunque **B1** se muestra una transición hacia la etapa de coma. Aparición de un tercer bow-echo **B3** intenso pasando sobre la localidad de Junín, que tiene una extensión de aproximadamente 100km, y aún se encuentra en la etapa de “tall-echo”. El sistema **B1** que ya es más maduro en intensidad y extensión se ubica exactamente sobre Ezeiza donde las imágenes del radar Ezeiza muestran claramente su extensión (más de 100km) y el estado de etapa coma.

Imágenes posteriores de Pergamino muestran el avance hacia el este de los sistemas, la continuidad de la etapa coma del sistema **B2**, la de etapa bow-echo en el **B3**, así como la aparición de otro sistema más extenso, pero aparentemente más lento (**B4**)



Congruentemente con las imágenes de Pergamino, el radar Ezeiza muestra el veloz avance de los “bow-echo” aunque el sistema **B4** se ve menos intenso dado que el sistema **B3** se encuentra por delante del mismo causando atenuación.

**B1**, **B2** y **B3**, tuvieron un desplazamiento medio de 70-90 km/h.



El pasaje de estos sistemas dieron como resultado importantes acumulados de precipitación, ráfagas de viento que alcanzaron los 90km/h en Ezeiza y caída de granizo en algunas localidades del Conurbano Bonaerense.



