

I N F O R M E

Fenómeno meteorológico
que causó daños en los
Partidos del Gran Buenos Aires y en la
Ciudad Autónoma de Buenos Aires
el 4 de abril de 2012

Lic. Luis Cesar Rosso
Dra. María Luisa Altinger de Schwarzkopf
Bach. Matias Armanini

Abril 2012

*Informe preparado para el
Servicio Meteorológico Nacional*

C O N T E N I D O

1. Objetivos del informe

2. Resultados

2.1. Región afectada e intensidad de los daños

3. Clasificación del fenómeno meteorológico

4. Conclusiones

Anexo I. Fotografías

Anexo II: Características de la situación meteorológica. Breve descripción

Anexo III: Glosario

Fuente de datos

a) Servicio Meteorológico Nacional:

- Cartas meteorológicas de superficie y de altura
- Imágenes de satélites
- Registros del Radar de Ezeiza

b) Defensa Civil de Ezeiza

c) Defensa Civil de Florencio Varela

d) Defensa Civil de Lanús

e) Universidad de La Plata

Registro de las estaciones meteorológicas automáticas

1. Objetivos del Informe.

El informe presenta los resultados que surgieron de la inspección de las regiones afectadas por fenómenos meteorológicos severos ocurridos entre las 19:30 y las 21:30 del 4 de abril de 2012 en los Partidos del Gran Buenos Aires y la ciudad de Buenos Aires.

Esta inspección, cuyo objetivo fue determinar el tipo y la intensidad de los fenómenos meteorológicos, se realizó entre el 10 y el 26 de abril de 2012.

2. Resultados.

2.1. Región afectada e intensidad de los daños

La Figura 2.1.1 muestra el resultado de la inspección del área afectada.

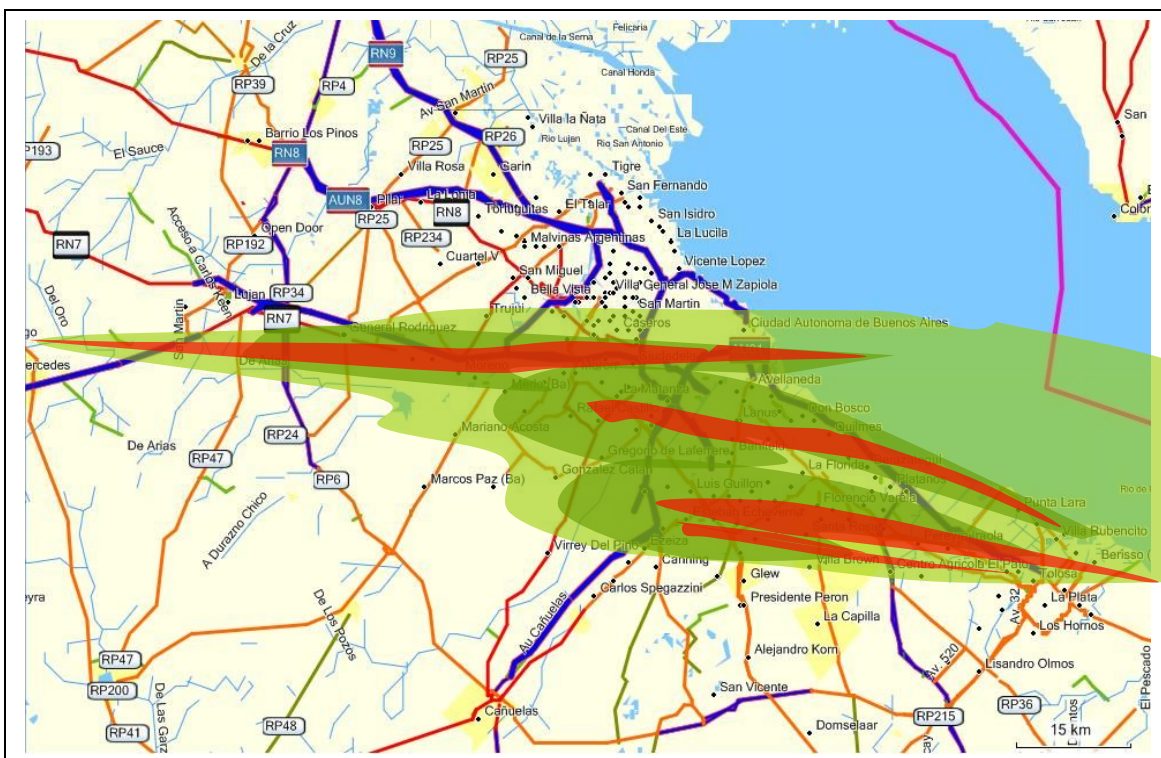


Figura 2.1: Zona afectada por los fenómenos meteorológicos severos ocurridos el 4 de abril de 2012. En verde claro se indicó la zona general de daños y en verde oscuro la región donde el viento superó ampliamente los 130 Km/h. En rojo se indicó las trayectorias de los tornados.

Los daños generales se hallaron sobre una zona de unos 40 Km de ancho que se extiende hacia la costa desde un límite occidental aproximado que une Lujan, Marcos Paz, Glew y La Plata. Los daños más intensos ocurrieron sobre cuatro franjas casi paralelas orientadas de Oeste a Este hacia la costa del Río de La Plata que se detallan a continuación:

- a) Una franja con un ancho variable entre 1000 y 3000 metros que corresponde a la trayectoria de dos tornados que se generaron al Sur de la ciudad de Lujan unos 7 Km de la Ruta N° 5.

Los daños de los tornados son evidentes, sucesivamente:

- En Lujan sobre la Ruta 47 a unos 7 Km al sur de la Ruta Nac. N°5
- Sobre el camino de tierra de Gral. Rodríguez hacia Plomer. Allí, a lo largo de 1000m del camino, se observaron dos tramos próximos entre sí. Con postes del sistema de transmisión caídos o inclinados.
- Sobre la Ruta Nac. N° 7 entre Parada Las Malvinas y la estación Francisco Alvarez .
- Sobre la zona del Country Club La Tradición y del Barrio El Porvenir situado unos 2 Km al norte de la Estación La Reja.
- En Moreno sobre la Av. Del Libertador (RP 23) al Norte del Acceso Oeste desde la calle Graham Bell hacia el Arroyo Las Catonas.
- En Merlo sobre el Barrio “Los Pingüinos” situado en el cruce del río Reconquista con el Acceso Oeste.
- A lo largo de la Av. Hipólito Irigoyen que une el Acceso Oeste con la Estación de Merlo.
- A lo largo de la Av. Juan D. Perón, paralela a las vías FCS, desde San Antonio de Padua hasta Ramos Mejía con severos daños en Ituzaingo, Castelar, Morón y Haedo.
- Sobre las Avenidas. Gral. San Martín y Díaz Vélez al Sur de las estaciones del FCS de Ramos Mejía y Ciudadela.
- En Capital Federal: Desde la Av. Gral. Paz entre Jorge Chávez y la Av. Directorio y sobre un ancho de unas 15 a 20 cuadras pasando por Juan Bautista Alberdi y Lisandro de la Torre, el cruce de las autopistas AU01 y AU06, a lo largo de la Avenida Perito Moreno y continuando por Av. Iriarte hasta la Boca (Vuelta de Rocha y Vuelta de Badaraco) y entrando a Avellaneda por el Dock Sud. Ocurrieron severos daños en Liniers, Mataderos, Villa Lugano, Villa Luro, Parque Avellaneda, Villa Soldati, Floresta, Flores, Caballito, Parque Chacabuco, Boedo, Parque Patricios, Nueva Pompeya, Barracas y La Boca

- b) Una segunda franja de daños, que corresponde a la trayectoria de un tornado, se extiende con un ancho aproximado de 500 a 1500m, desde Ciudad Evita hasta Punta Lara a lo largo de más de 50 Km.

Los daños son evidentes, sucesivamente:

- En Ciudad Evita sobre la calle Enf. R. Balancín entre las Calles El Chacurú y El Ruiseñor .
- Sobre Ruta Prov. N°4 a la altura del Aeródromo Centro Universitario de Aviación en las proximidades del río La Matanza.
- En Lomas de Zamora, sobre Autopista Camino Negro entre Ejército de Los Andes y Arlucena.

- En Lanús sobre las calles Los Patos, 3 de febrero, D. Taboada, San Salvador Entre Av. Cnel. Rosales y Colón
 - En Lanús sobre la Av. H. Irigoyen a la altura de la Est. Remedios de Escalada sobre las calles Gral. Deheza, Suipacha, Acevedo, Roma y Fray Achaval.
 - En Lanús, en el Parque Industrial sobre la calle Las Piedras y la esquina de E. Echeverría y Cnel. Lynch.
 - En Quilmes a lo largo de la calles 131-Agustín Pedemonte y Cabo R. Sessa entre Av. Juan D. Perón y el camino General Belgrano
 - En Quilmes sobre las calles 320-Felipe Amoedo y sobre 326-Triunvirato entre la Av. Calchaquí y Martín Rodríguez
 - En Quilmes, en Av. Triunvirato y en Oscar Smith entre Av. Martín Rodríguez y Av. Centenario.
 - En Berazategui sobre la Av. 14 entre J. M. Fangio y la Autopista Buenos Aires a La Plata.
 - A lo largo de la Autopista Buenos Aires a La Plata entre la Av. 14 y la calle 21
 - Sobre la calle 63 (Est. G. E. Hudson) entre la Autopista y la costa del río de La Plata.
 - Sobre la Ruta Prov. N°19 en Villa Elisa, entre la Autopista y la costa del río de La Plata.
 - En Ensenada Sobre la Ruta Prov. N°11 (Av. Domingo Mercante) entre el Canal El Gato y la Costa del río de La Plata.
 - En Ensenada sobre la Ruta Prov. N°15, Camino Costero Almirante Brown entre la calle 58 y el Arroyo El Sanjón. Posiblemente allí el tornado ingresó al río de La Plata.
- c) La tercera franja es la que presenta daños menos intensos, de unos 10 Km de ancho, dentro de la cual se observaron dos franjas separadas por una zona de daños de menor intensidad. Los daños que comienzan como generales y dispersos se originan en una amplia región al Oeste del Partido de Almirante Brown en la zona comprendida entre las avenidas José Garibaldi y H. Irigoyen. Más adelante, sobre el Partido de Florencio Varela, sobre la zona afectada se observaron los daños más intensos a lo largo de dos franjas separadas.
- Una, que incluye la ciudad de Florencio Varela con un ancho de unos 4 Km, se extiende hacia Ensenada y Berisso por el Parque Pereira Iraola y a lo largo del Camino General Belgrano hacia Villa Elisa y City Bell, cruzando la extensión de la Diagonal 74 a la altura del Aeródromo La Plata.
 - La segunda franja con daños evidentes sobre la Ruta Prov. 53 en la intersección con Int. José Cariboni y calle 1428. Esta zona continúa hacia la Av. La Trilla entre Guillermo Hudson y la calle 1636. Desde la Estación Ing. Allan se extiende hacia la calle 437 (Barrio El Rincón en Villa Elisa) entre calles 132 y 140 aproximadamente. Más adelante disminuye la intensidad de los daños haciendo dificultosa su seguimiento.

El tipo de daños que se muestran en el Anexo I sobre viviendas, construcciones fabriles, automóviles, edificios y árboles corresponden a la intensidad F1 y F2 de la escala Fujita que se detallan a continuación:

F1 118 a 182 km/h Daños moderados:

Se desprenden las coberturas de los techos; se rompen los vidrios de las ventanas; las casas rodantes son volcadas y desplazadas; los árboles en terrenos blandos son arrancados de raíz; algunos árboles son quebrados; los automóviles en movimiento son desplazados de la ruta.

F2 182 a 254 km/h Daños considerables:

Se desprenden los techos de las viviendas dejando en pie sólo las paredes más fuertes; construcciones con estructuras débiles son derribadas; las casas rodantes son destruidas; los vagones de ferrocarril son volcados; árboles grandes son arrancados de raíz o quebrados; objetos pequeños actúan como proyectiles; los automóviles son barridos de las autopistas; estructuras y paredes de bloques son seriamente dañadas.

3. Clasificación del fenómeno meteorológico

Los fenómenos que produjeron los daños sobre los partidos del Gran Buenos Aires y la ciudad de Buenos Aires el 4 de abril de 2012 se clasificaron como tornados.

Sobre las franjas de daños descriptas en 2.1 a) y en 2.1 b) se hallaron daños de intensidad F2 de la escala Fujita. Estos tornados generaron ráfagas cuyas velocidades máximas se estima entre 180 y 220 Km/h.

Sobre las franjas de daños descriptas en 2.1 c) se hallaron daños de intensidad F1 de la escala Fujita. Este tornado generó ráfagas cuyas velocidades máximas se estima entre 140 y 160 Km/h.

4 Conclusiones

Los fenómenos que produjeron los daños sobre los partidos del Gran Buenos Aires y la ciudad de Buenos Aires el 4 de abril de 2012 se clasificaron como tornados.

Sobre las franjas de daños descriptas en 2.1 a) y en 2.1 b) se hallaron daños de intensidad F2 de la escala Fujita. Estos tornados generaron ráfagas cuyas velocidades máximas se estima entre 180 y 220 Km/h.

Sobre las franjas de daños descriptas en 2.1 c) se hallaron daños de intensidad F1 de la escala Fujita. Este tornado generó ráfagas cuyas velocidades máximas se estima entre 140 y 160 Km/h.

Características sinópticas de la situación meteorológica

El avance durante el día 4 del aire fresco desde el Sudoeste de la Provincia de Buenos Aires hacia el Río de La Plata conformó un típico frente frío. Este frente, en forma de cuña, forzó al aire húmedo y cálido a ascender por su pendiente sobre la que se formaron bandas nubosas. Sobre estas bandas, se desarrollaron más tarde las nubes de tormenta.

A las 19:40, minutos antes de la ocurrencia de los daños, el amplio sistema nuboso contenía nubes de tormenta con temperatura de topes inferiores a -70°C , una hora más tarde, a las 20:40, parte del amplio sistema de tormentas ingresaba sobre el Río de La Plata.

Si bien no se pudo estudiar la evolución total de los ecos registrados por el radar de Ezeiza durante el traslado de las celdas de tormentas desde la región Oeste del Gran Buenos Aires hacia el río de La Plata quedó evidente el posterior desprendimiento o el adelanto del tramo severo entre Buenos Aires y La Plata con respecto a la perfecta alineación inicial a las 19:00.

Las estaciones meteorológicas automáticas de la Universidad de La Plata proveyeron los datos para explicar el fenómeno de viento que produjo los daños sobre la franja Florencio Varela – Villa Elisa- Aeródromo (Diagonal 74) – Ensenada –Berisso.

Características del flujo en la troposfera media y alta.

Durante el día 4, en el nivel medio de la atmósfera (500hPa), una vaguada principal cuyo eje se hallaba sobre la cordillera de Los Andes presentaba una marcada divergencia del flujo sobre el territorio bonaerense. Dos núcleos de vorticidad ciclónica, indicaban la presencia de ondas cortas sobre el flujo principal. La onda corta situada sobre San Luis a la mañana fue la favoreció la activación de los factores que intervinieron en los procesos termodinámicos que dieron lugar a la extraordinaria actividad convectiva de esa tarde y noche sobre los partidos del Gran Buenos Aires.

En los niveles cercanos a la base de la estratosfera el flujo, relativamente débil, presentaba una marcada divergencia del flujo sobre el centro y norte de la Provincia de Buenos Aires.

Condiciones termodinámicas

Las condiciones termodinámicas de la atmósfera reinantes durante la noche del día 4 de abril de 2012 fueron las siguientes:

- la Energía Potencial Disponible para la formación de nubes de tormenta (CAPE) era de 800J/kg sobre la zona norte de la llanura bonaerense
- El Índice de Showalter, parámetro de inestabilidad diurno, presentaba a la mañana del día 4 valores altamente significativos (-6) sobre la región de interés que se mantuvieron hasta la noche.
- En el nivel de 850 hPa hubo, durante el día 4, un aumento del contenido de humedad de 10 gr de vapor de agua por cada Kg de aire en la región rioplatense y el valor superior a 330°K de Temperatura Potencial Equivalente evidenciaba un alto contenido de humedad preexistente.
- La inestabilidad potencial calculada en la capa 500-850hPa, mostraba un valor de -14 a las 09:00 sobre la región de interés, indicando una inestabilidad

potencial muy grande que, de haber ascenso generalizado de la masa de aire en la zona, daría lugar a la formación de tormentas durante esa tarde.

- El flujo en los niveles altos de la troposfera, presentaba a las 09:00 del día 4 de abril de 2012 sobre una franja del centro norte de la Provincia de Buenos Aires, valores de vorticidad absoluta casi cero que se mantuvieron hasta la noche, indicando condiciones de inestabilidad inercial favorables a la formación de tormentas.

Luis César Rosso

María Luisa Altinger de Schwarzkopf

Matias Armanini

Fotografías

Las fotografías ilustran el tipo de daños hallados durante la inspección de la zona afectada por el fenómeno severo del 4 de abril de 2012 en la Traza N° 1: Luján - Dock Sud



Galpón destruido, 7 km al sur de General Rodríguez, en el camino a Navarro. (Foto L. Rosso)



Árboles quebrados sobre la Ruta 24, al sur de la ruta 7 (Foto L. Rosso)



Arboleda destruida en el campo del Sr. Traverso en Ituzaingo. (Foto L. Rosso)



Techo de la casa volado en Ituzaingo (Foto M.L. Altinger)



Establecimiento industrial derrumbado en Morón. (Foto L. Rosso)



Árboles quebrados en colectora de Avenida General Paz. (Foto L. Rosso)



Techo de galpón desplazado de su base en Lisandro de la Torre y Directorio. (Foto L. Rosso)



Microestadio de San Lorenzo de Almagro (Foto L. Rosso)



Arboles quebrados en Parque Patricios (Foto L. Rosso)



Paredes derrumbadas y techo volado en Avellaneda (Foto L. Rosso)

Tornados del 4 de abril de 2012

Las fotografías ilustran el tipo de daños hallados durante la inspección de la zona afectada por el fenómeno severo del 4 de abril de 2012 en la Traza N° 2:
Ciudad Evita – Punta Lara



Árboles quebrados en Ciudad Evita (Foto M.L. Altinger)



Edificio destruido en Quilmes Oeste (Foto M.L. Altinger)



Acoplado volteado en Parque Industrial Lanús (Foto M.L. Altinger)



Cartel publicitario en Autopista Buenos aires – La Plata en Berazategui (Foto L. Rosso)



Arboleda destruida en Ruta 19 (Foto L. Rosso)



Arboleda caídos en Punta Lara (Foto L. Rosso)

Las fotografías ilustran el tipo de daños hallados durante la inspección de la zona afectada por el fenómeno severo del 4 de abril de 2012 en la Traza N° 3:
Burzaco - Berisso



Transformador caído en zona rural de Florencio Varela (Foto L. Rosso)



Hangar del Aero Club La Plata (Foto M.L. Altinger)



Paredón del Club Defensores de Cambaceres en Ensenada. (Foto M.L. Altinger)



Árboles caídos y ramas quebradas en Almafuerte y Bélgica (Ensenada) (Foto M.L. Altinger)



Árbol sobre la calle Baradero (Foto M.L. Altinger)

Anexo II

Características de la situación meteorológica. Breve Descripción

Cartas meteorológicas facilitadas por el Servicio Meteorológico Nacional

1. Situación sinóptica

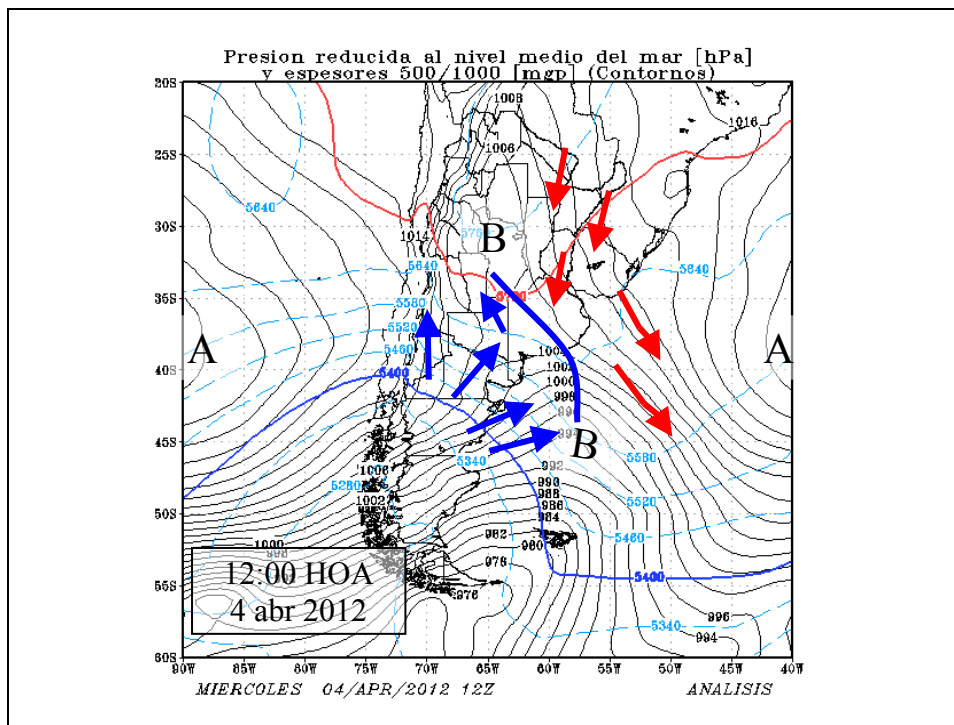


Figura 1 (Anexo II): 4-mar-2012 (09:00 HOA) Carta de presión en superficie y líneas de espesor 1000/500. (Serv. Met. Nac.)

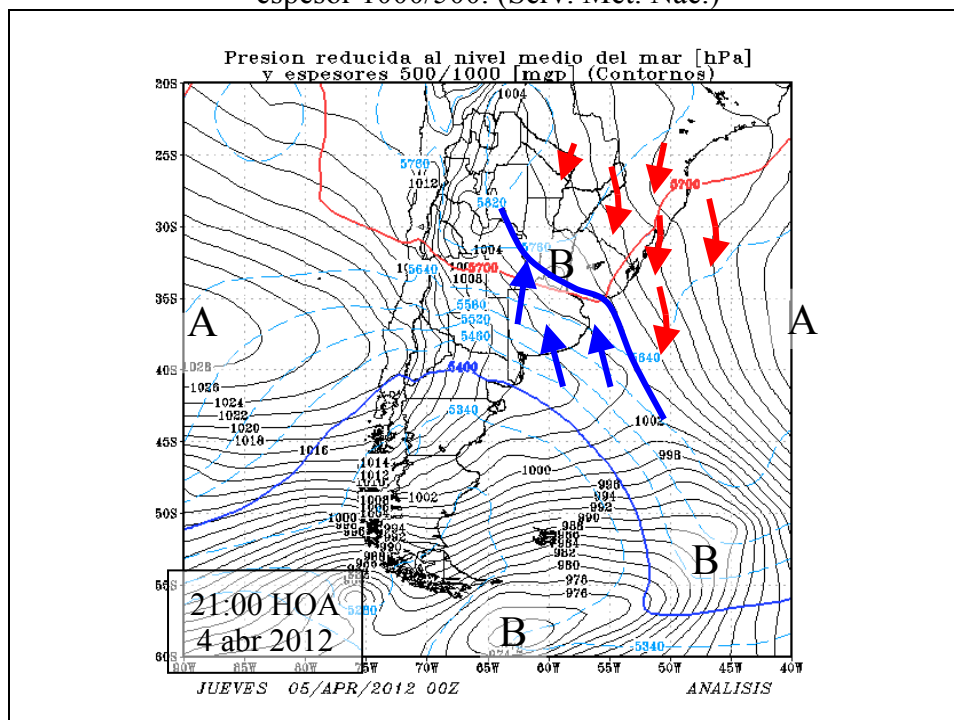


Figura 2 (Anexo II): 4-abr-2012 (21:00 HOA) Carta de presión en superficie y líneas de espesor 1000/500. (Serv. Met. Nac.)

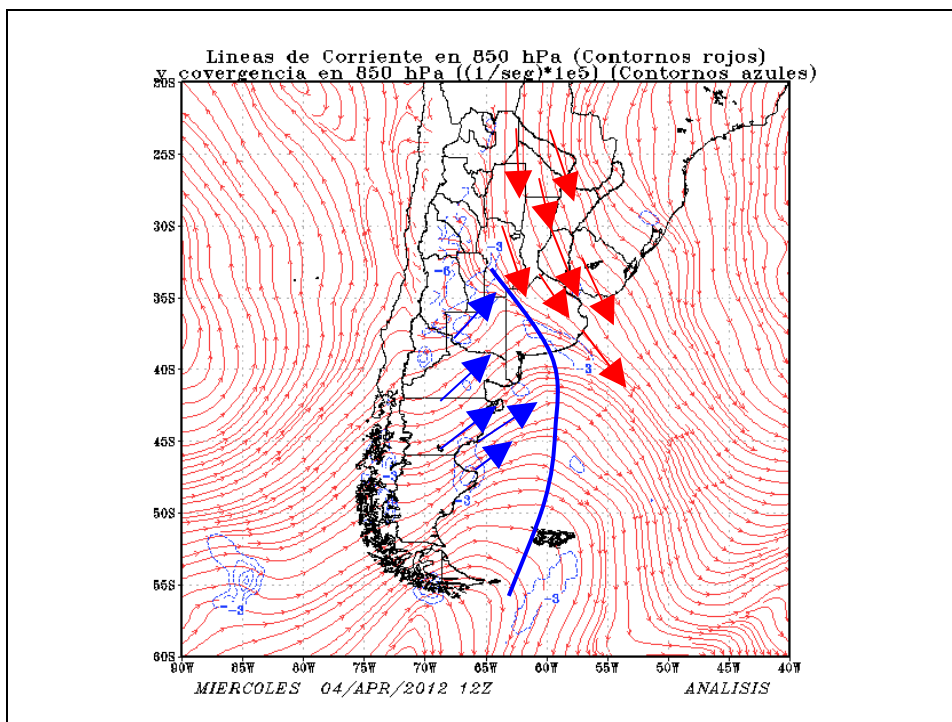


Figura 3 (Anexo II):4-abr-2012 (09:00 HOA) Líneas de corriente en 850 hPa (aprox. 1500 m) (Serv. Met. Nac.)

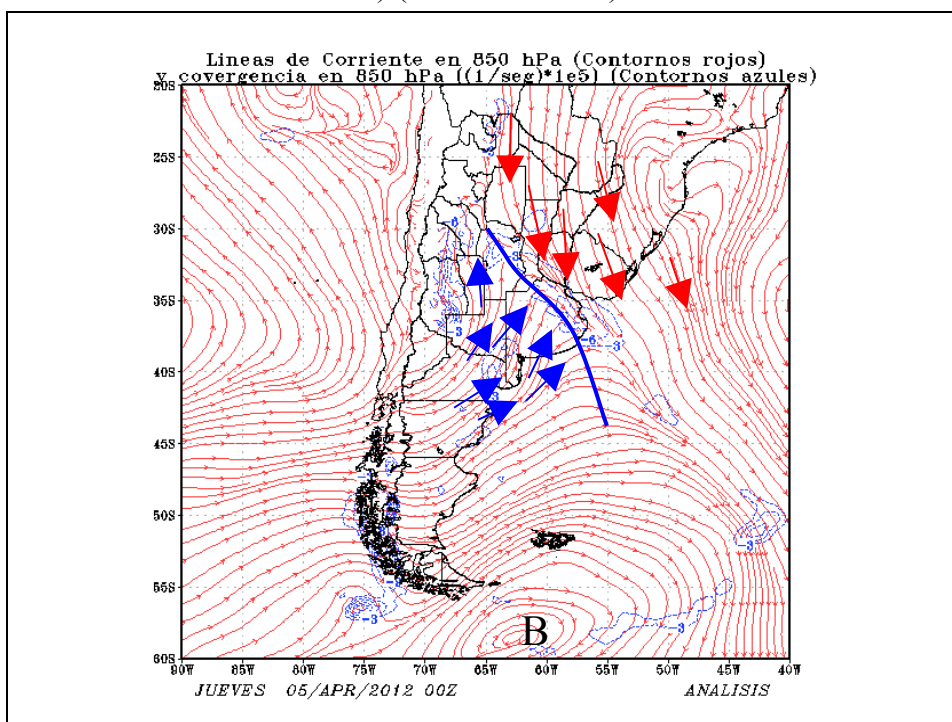


Figura 4 (Anexo II): 4-abr-2012 (21:00 HOA) Líneas de corriente en 850 hPa (aprox. 1500 m) (Serv. Met. Nac.)

Las Figuras 1, 2, 3 y 4 muestran el avance durante el día 4 del aire fresco desde el Sudoeste de la Provincia de Buenos Aires hacia el Río de La Plata conformando un típico frente frío. Este frente, en forma de cuña, forzó al aire húmedo y cálido a ascender por su pendiente sobre la cual y a lo largo del frente frío se formaron bandas nubosas que se extendían, a las 13:40, sobre La Pampa y Buenos Aires hacia la costa

atlántica entre Carmen de Patagones y Mar del Plata (Figura 5). Sobre estas bandas, se desarrollaron mas tarde las nubes de tormenta (Figura 6).

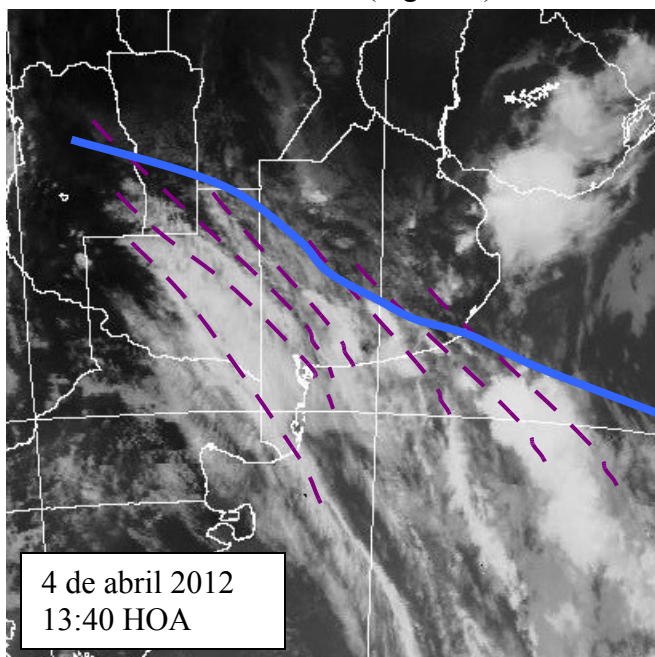


Figura 5: 4-abr-2012. GOES 12. Imágenes en el espectro infrarrojo. Las líneas punteadas indican la posición de las bandas nubosas y la azul la posición del frente frío a las 13:40.

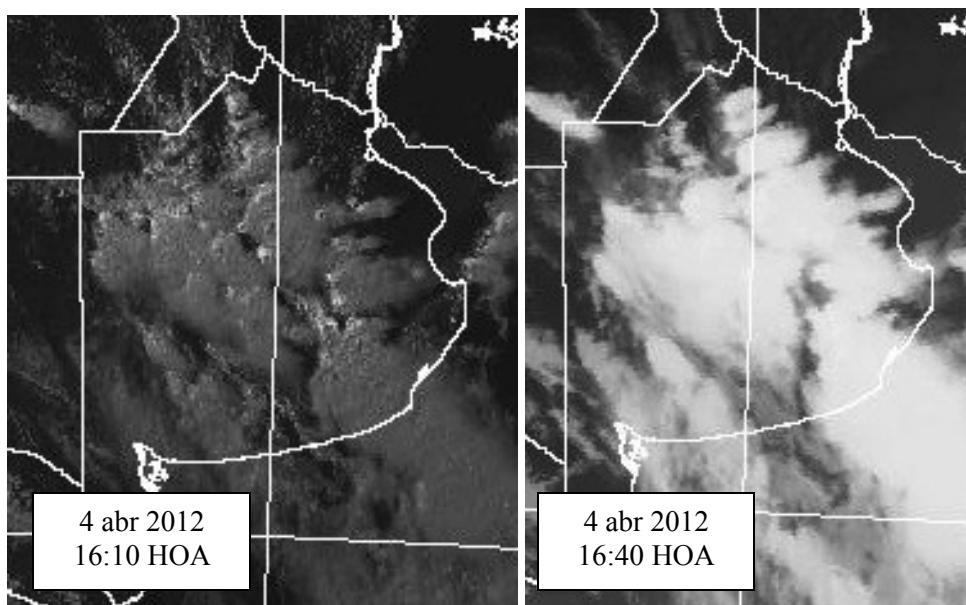


Figura 6: 4-abr-2012. GOES 12. Imágenes en el espectro visible (16:10) e infrarrojo (16:40).

A las 19:40, minutos antes de la ocurrencia de los daños, el amplio sistema nuboso contenía nubes de tormenta con temperatura de topes inferiores a -70°C , que cubrían la región Este de la Provincia de Buenos Aires.

Una hora mas tarde, a las 20:40, parte del amplio sistema de tormentas ingresaba sobre el Río de La Plata. (Figura 7)

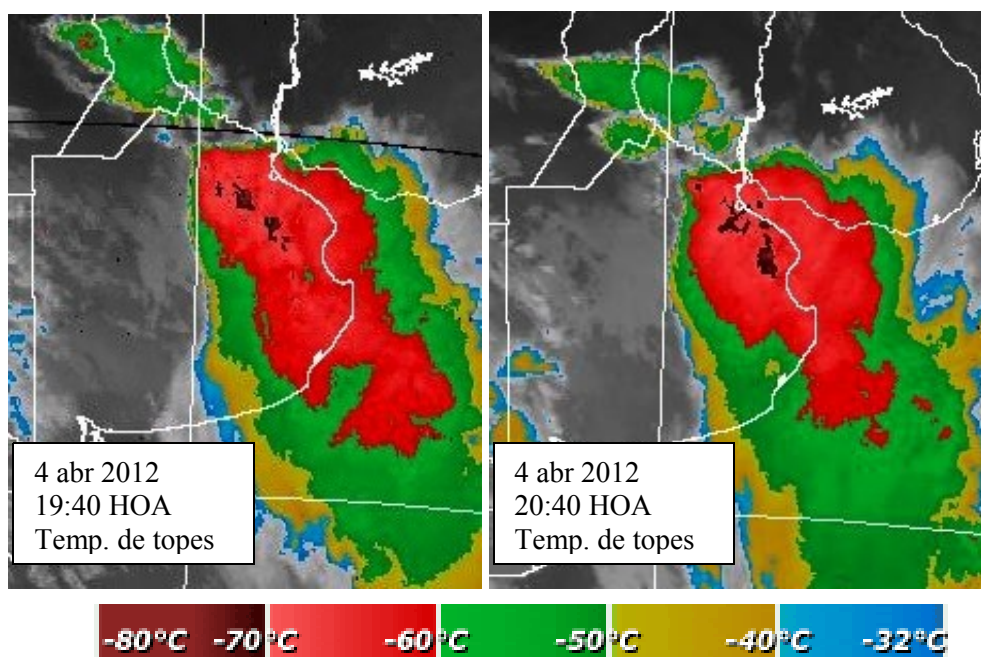


Figura 7: 4-abr-2012. GOES 12. Temperaturas de los topes de las nubes

La estructura interna de este sistema nuboso se percibe a través de los ecos de precipitación captados por el radar de Ezeiza (SMN).

Reflectividad registrada por el radar instalado en el Aeropuerto de Ezeiza (SMN)

La secuencia en las Figuras siguientes muestra la evolución desde las 19:00 hasta las 21:00 de los ecos registrados desde el radar de Ezeiza mediante dos parámetros: la **reflectividad integrada** sobre una columna de aire y **VIL (Vercally Integrated Liquid)** que es la masa líquida integrada verticalmente y se expresa en Kg/m². Un valor alto de VIL significa mayor precipitación en la columna de aire.

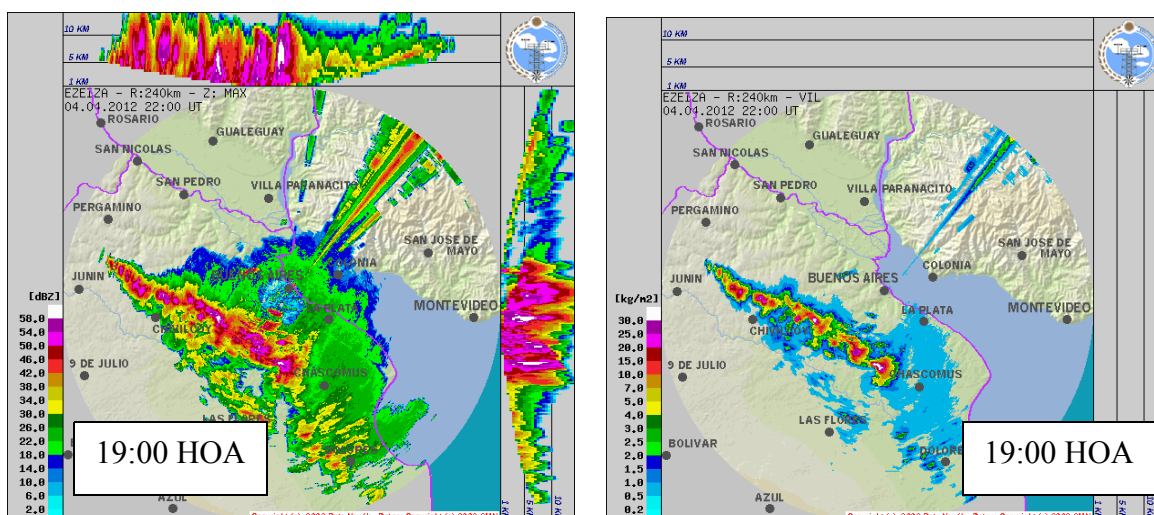


Figura 8 (Anexo II):4-abr-2012 19:00 HOA (22:00 UTC). Radar de Ezeiza. Máximos de reflectividad(izquierda) y VIL (Vercally Integrated Liquid) (derecha)

Tornados del 4 de abril de 2012

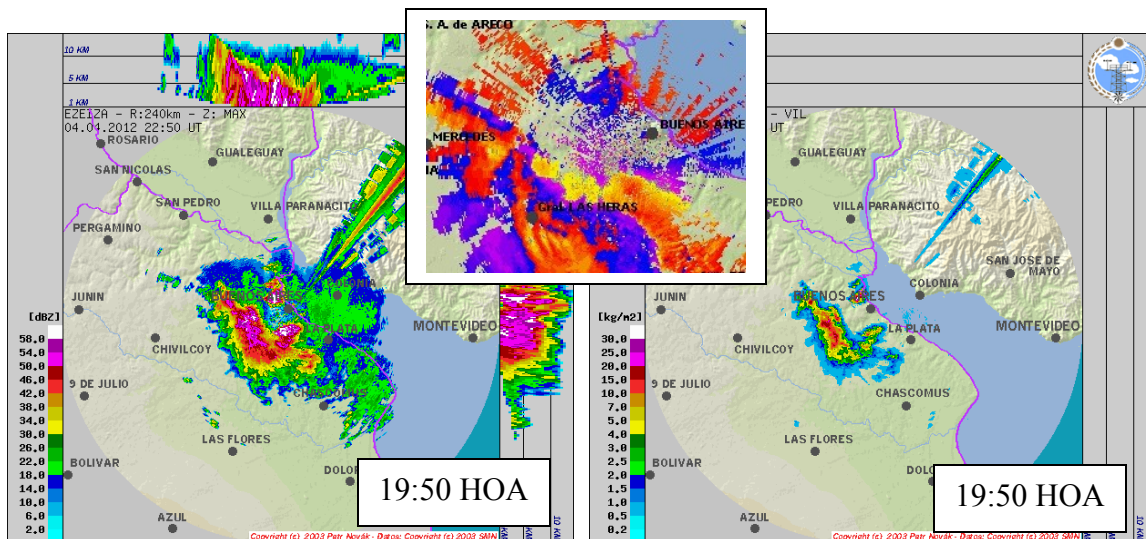


Figura 9 (Anexo II): 4-abr-2012 19:50 HOA (22:50 UTC). (ídem Figura 8)

A las 19:50 se interrumpió el radar y se reestablece a las 20:40 después del pasaje de las tormentas

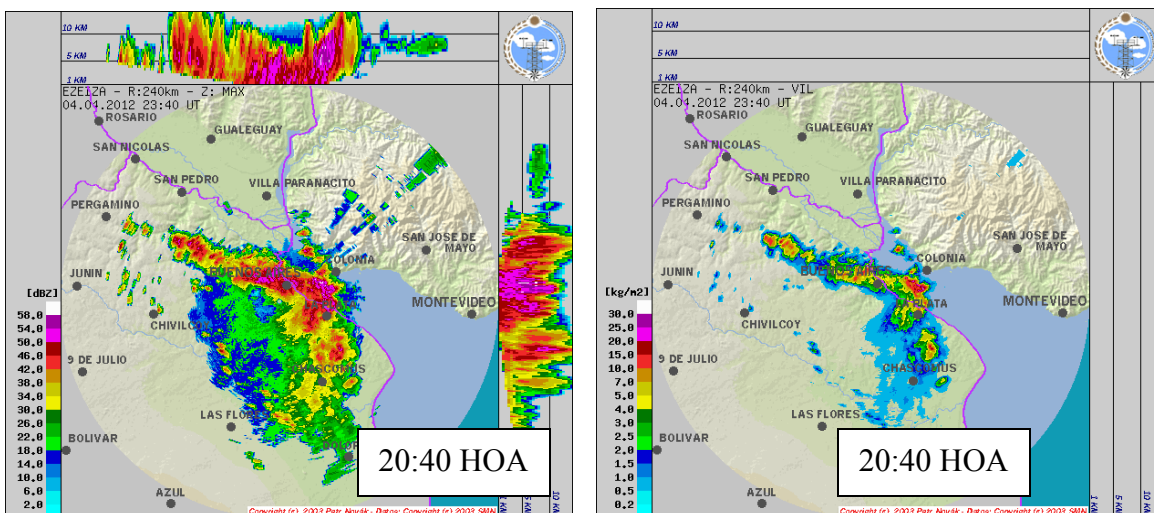


Figura 10 (Anexo II): 4-abr-2012 20:40 HOA (23:40 UTC). Radar de Ezeiza.

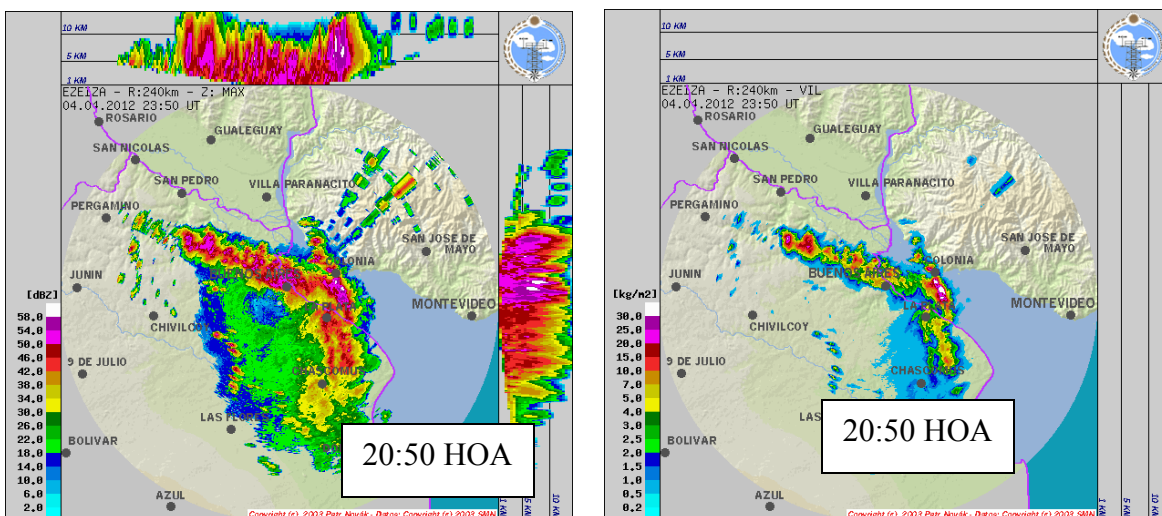


Figura 11 (Anexo II): 4-abr-2012 20:50 HOA (23:40 UTC). Radar de Ezeiza.

Tornados del 4 de abril de 2012

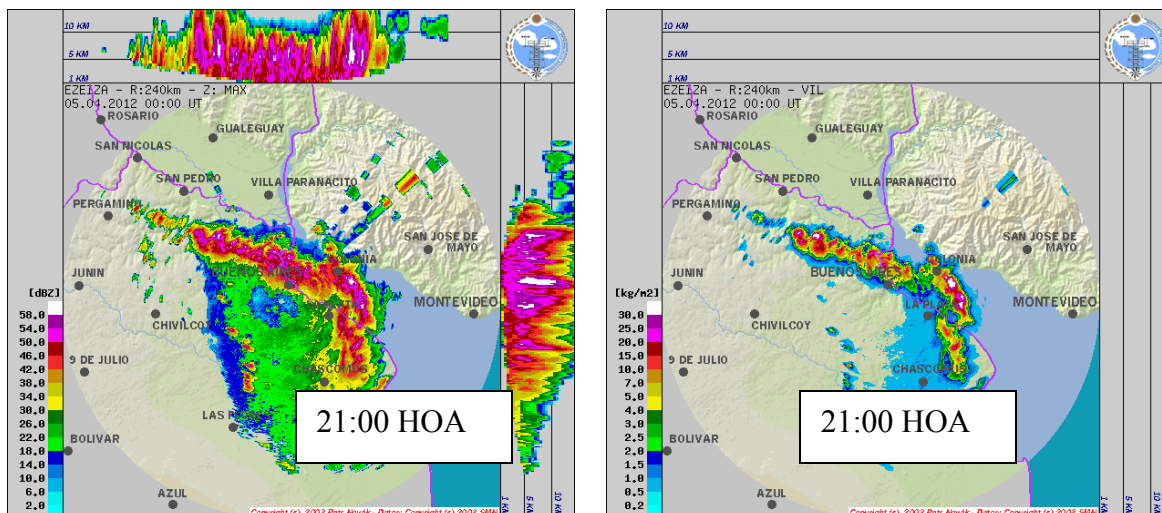


Figura 12 (Anexo II): 4-abr-2012 19:00 HOA (22:00 UTC). Radar de Ezeiza. Máximos de reflectividad(izquierda) y VIL (Vercally Integrated Liquid) (derecha).

Si bien no se pudo estudiar la evolución de los ecos durante el traslado de las celdas de tormentas desde la región Oeste del Gran Buenos Aires hacia el río de La Plata queda evidente (Figura 12 y anteriores) el posterior desprendimiento o el adelanto del tramo severo entre Buenos Aires y La Plata con respecto a la perfecta alineación inicial a las 19:00.

La explicación queda incierta ya que como se verá mas adelante la velocidad de la corriente de aire en los niveles por encima de los 5000 m era la misma para toda la línea de tormentas y además, los núcleos de máxima velocidad de la corriente en la base de la estratosfera se hallaban separados y alejados del territorio bonaerense.

Registros de estaciones meteorológicas automáticas

a) Estaciones de la Univ. De La Plata

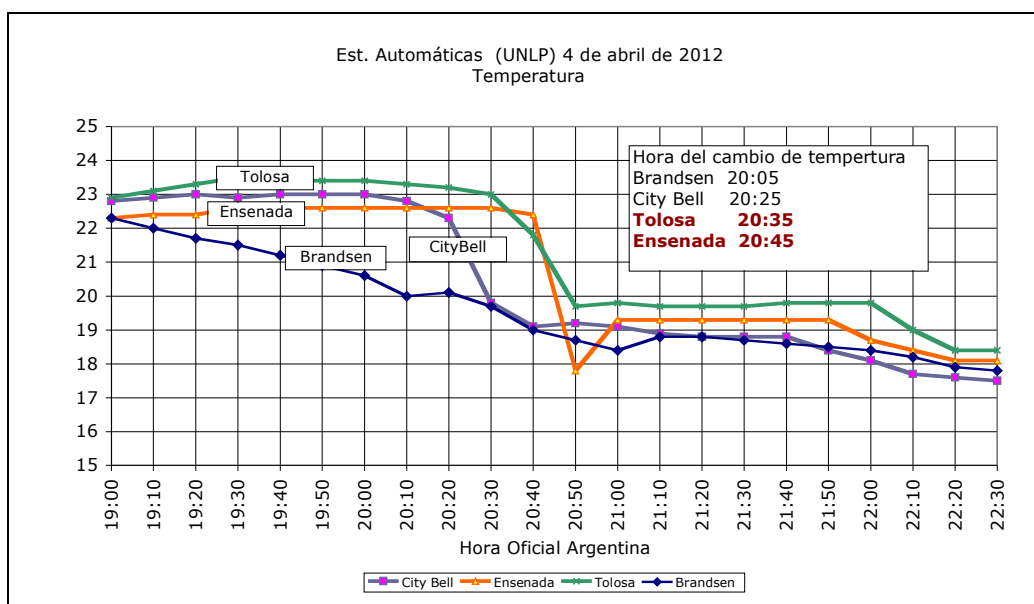


Figura 13: Estaciones UNLP. 4 de abril de 2012. Registro de la temperatura

Teniendo en cuenta que entre las estaciones de Tolosa (528 entre 9 y Camino Gral. Belgrano) y Ensenada (Marqués de Avilés 373) hay una distancia de 7,5 Km, la velocidad de propagación del sistema de tormenta fue de 45Km/h. El mínimo de presión en ambas estaciones se registró con una diferencia de 10 minutos. En Tolosa y en Ensenada el mínimo de presión se hallaba ubicado por delante de la entrada del aire frío y en ambas con un retraso de 10 minutos.

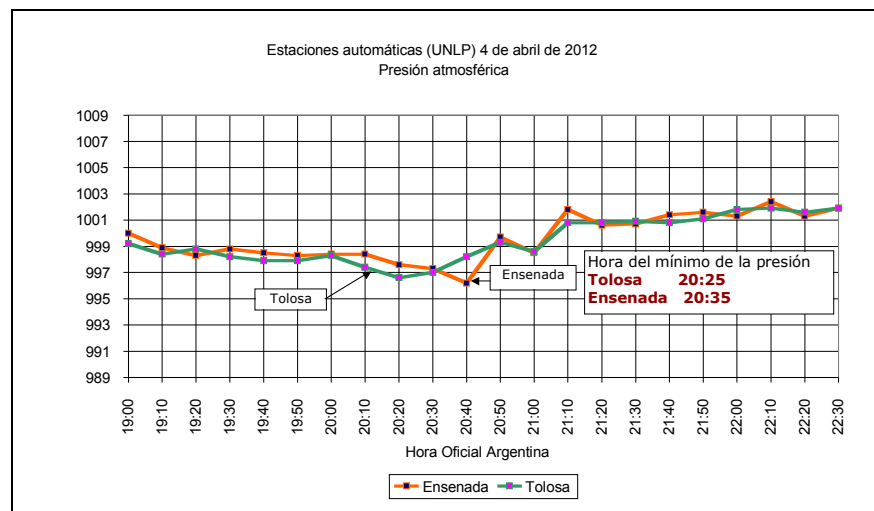


Figura 14: Estaciones UNLP. 4 de abril de 2012. Registro de la presión atmosférica.

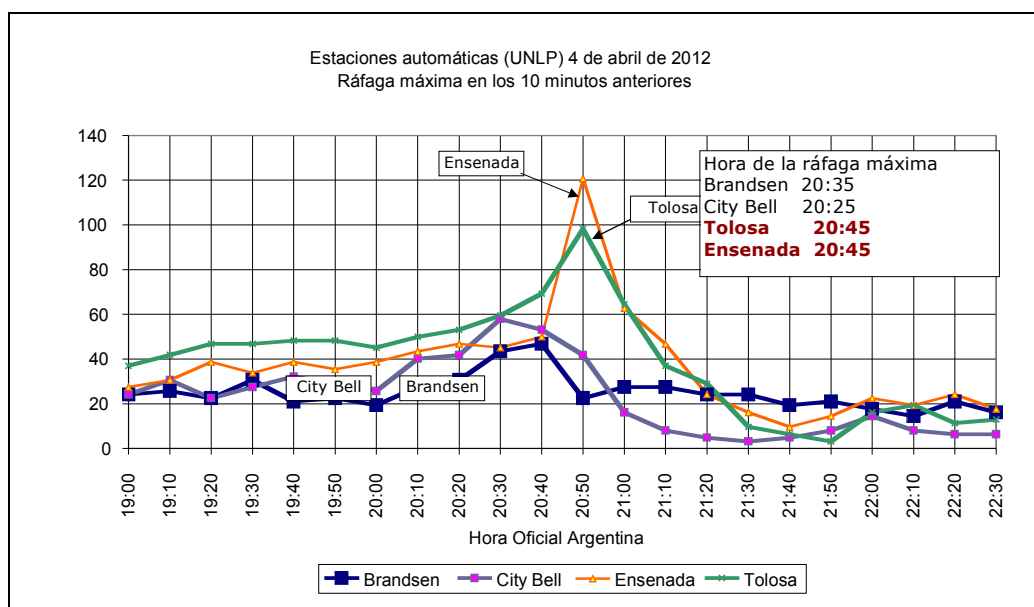


Figura 15: Estaciones UNLP. 4 de abril de 2012. Registro de la ráfaga máxima en 10 minutos.

En Tolosa a partir de las 20:29 cae un chaparrón con una intensidad de 80 mm/h que dura unos 11 a 12 minutos totalizando 15mm hasta las 20:40.

En Ensenada hubo una falla en el pluviógrafo.

La Figura 16 muestra el esquema, realizado con los datos de la Tabla 1 que intenta explicar el fenómeno de viento que produjo los daños sobre la franja Florencio Varela - Villa Elisa - Aeródromo (Diagonal 74) - Ensenada - Berisso.

Tabla 1 . 4 de abril de 2012. Datos de las estaciones meteorológicas instaladas en Tolosa y en Ensenada

	Hora	Raf. Máx.	Dirección	hPa	mm
--	------	-----------	-----------	-----	----

		(Km/h)			
Tolosa	20:30	59.5	ENE	997	1.02
	20:40	69.2	NW	998.2	13.46
	20:50	98.2	NW	999.3	16
	21:00	64.4	SW	998.6	0.51
Ensenada	20:40	49.9	ENE	996	-
	20:50	120.7	NNE	1000	-
	21:00	62.8	NO	999	-
	21:10	46.7	OSO	1002	-



Figura 16: Esquema del fenómeno de viento que produjo los daños a lo largo de su traslado desde Gonnet hacia Berisso. Los círculos rojos indican la ubicación de las estaciones meteorológicas y la franja anaranjada la zona con daños severos.

Características del flujo en la troposfera media y alta.

Durante el día 4, en el nivel medio de la atmósfera (500hPa, Figura 17) una vaguada principal cuyo eje se hallaba sobre la cordillera de Los Andes generaba un flujo de aire débil del Oeste Noroeste sobre todo el territorio bonaerense.

Dos núcleos de vorticidad ciclónica, uno sobre la región Norte de San Luis y el otro al Este de la costa Uruguay que presentaban un valor máximo de $-9 \cdot 10^{-5} \text{ seg}^{-1}$ y separados por una zona de vorticidad anticiclónica de $7 \cdot 10^{-5} \text{ seg}^{-1}$ sobre el Norte de La Pampa y el Noroeste de Buenos Aires indicaban la presencia de ondas cortas sobre el flujo principal (Figura 18).

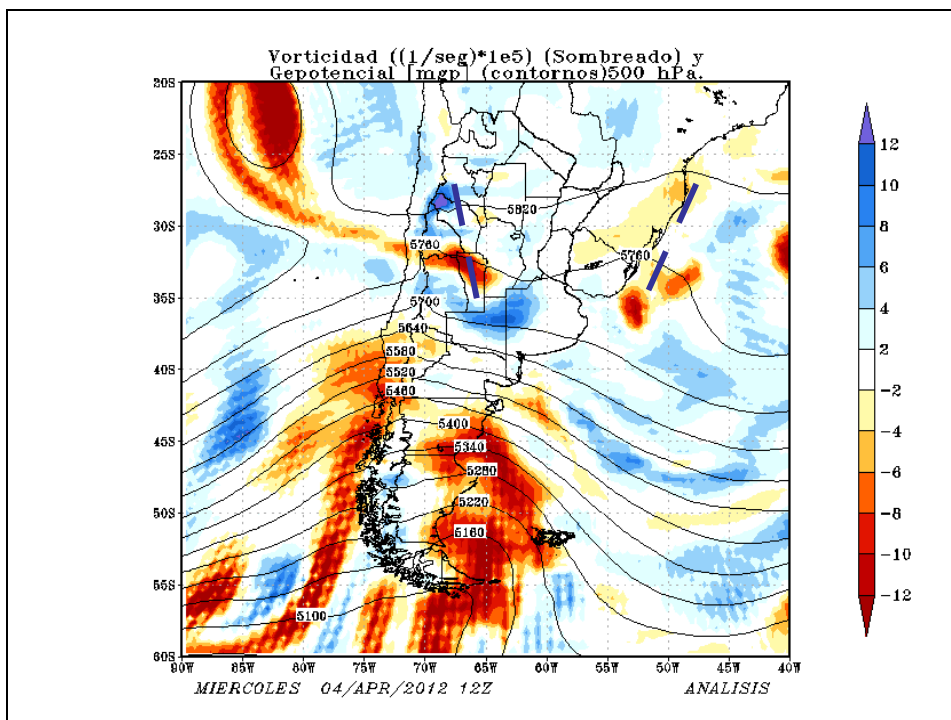


Figura 17 (Anexo II): 4-abr-2012 (09:00 HOA) 500 hPa. Geopotencial y Vorticidad relativa . (Serv. Met. Nac.) En línea azul quebrada se indicaron los ejes de las vaguadas de onda corta.

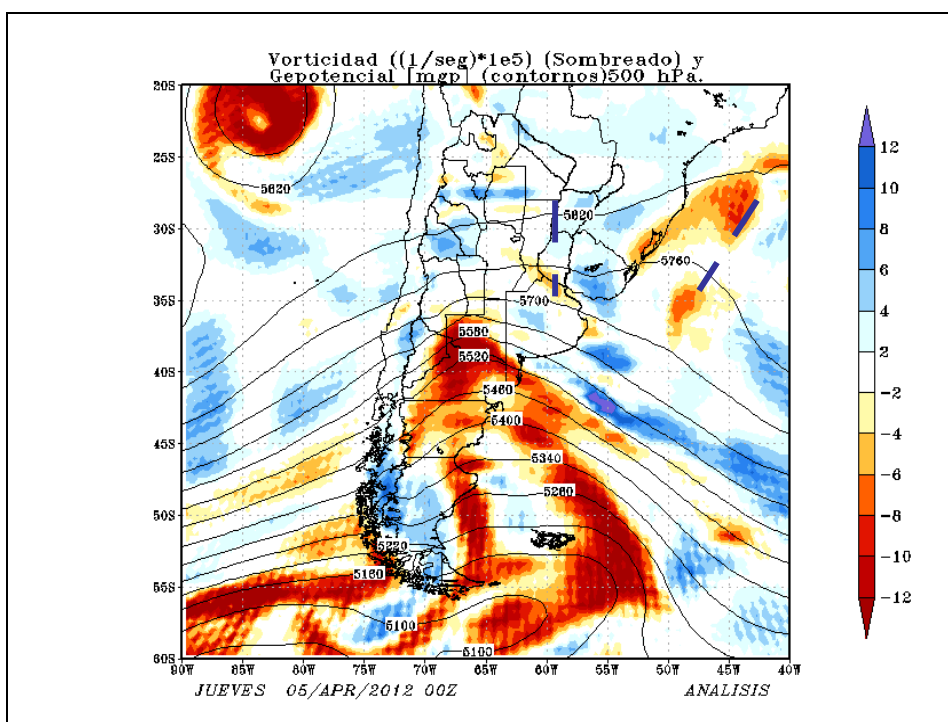


Figura 18 (Anexo II): 4-abr-2012 (21:00 HOA) 500 hPa. Geopotencial y Vorticidad relativa . (Serv. Met. Nac.) En línea azul quebrada se indicaron los ejes de las vaguadas de onda corta.

La onda corta que se hallaba sobre San Luis se trasladó hacia el Este durante el día 4 ubicándose sobre el Rio de La Plata a las 21 (Figura 18).

Fue la onda que caracterizó, en la escala meso-sinóptica, la corriente general de los Oestes; y favoreció la activación de los factores que intervinieron en los procesos termodinámicos que dieron lugar a la extraordinaria actividad convectiva de esa tarde y noche sobre los partidos del Gran Buenos Aires.

En los niveles cercanos a la base de la estratosfera (Figura 19) el flujo era relativamente débil indicando que la baroclinicidad sobre la región pampeana bonaerense abarcaba solo los niveles bajos; presentaba además, una marcada divergencia del flujo sobre el centro y norte de la Provincia de Buenos Aires.

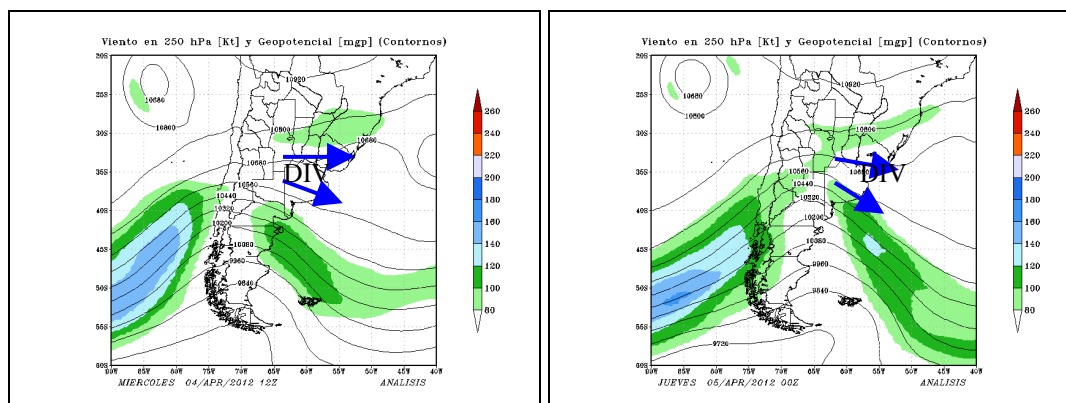


Figura 19 (Anexo II): 4-abr-2012 (09:00 y 21:00 HOA respectivamente) Geopotencial del nivel de 250 hPa y Velocidad del viento en ese nivel. (Sombreado).Las flechas azules indican la dirección del flujo general y la ubicación de la zona de divergencia. (Serv. Met. Nac.)

Condiciones termodinámicas

Las condiciones termodinámicas de la atmósfera reinantes durante la mañana y noche del día 4 de abril de 2012 se aprecian en las figuras siguientes:

Energía Potencial Disponible e Índice de Showalter

A las 09:00 del día 4 de abril de 2012 la Energía Potencial Disponible para la formación de nubes de tormenta (CAPE) era de 800J/kg sobre la zona norte de la llanura bonaerense (Figura 20).

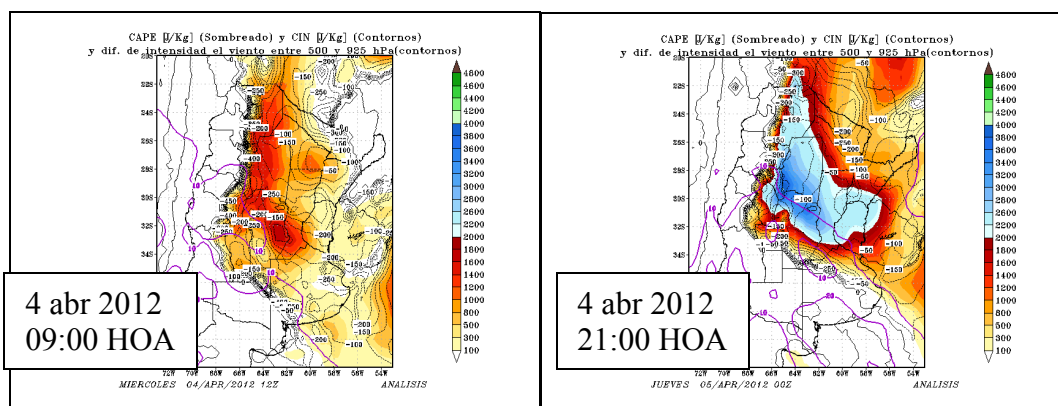


Figura 20 (Anexo II): 4 abr 2012, 09:00 y 21:00HOA. Energía potencial disponible para la formación de nubes de tormenta (Sombreado) (CAPE) e isolíneas de Energía inhibitoria (CIN) (J/kg)

El Índice de Showalter, parámetro de inestabilidad diurno, en cambio, presentaba a la mañana del día 4 valores altamente significativos sobre la región de interés (-6) que se mantuvieron hasta la noche (Figura 21).

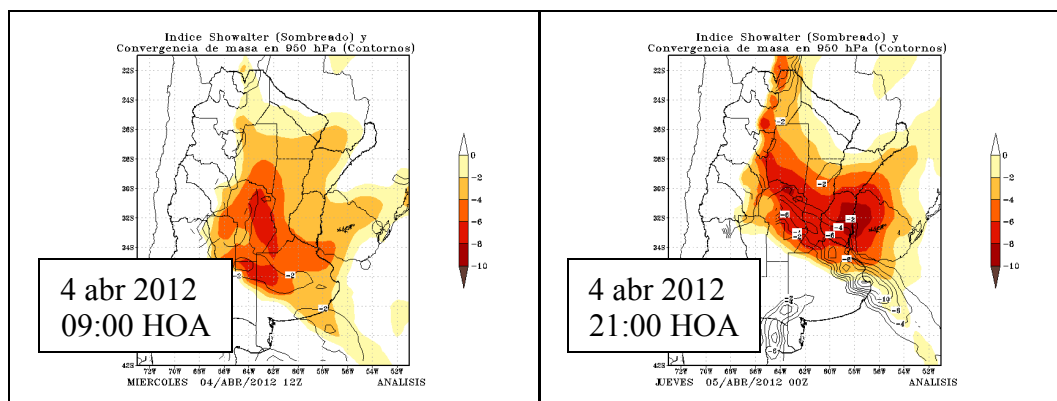


Figura 21 (Anexo II): 4 abr 2012 – 09:00 y 21:00 HOA. Índice de Showalter (sombreado) y convergencia de masa en 950hPa. (Serv. Met. Nac)

Tabla 1. Valores del Índice de Showalter

SI > 0	Atmósfera estable.
0 < SI < -3	Atmósfera moderadamente inestable
-3 < SI < -6	Atmósfera muy inestable
SI < -6	Atmósfera extremadamente inestable

Los valores de la Tabla 1, muestran que ya desde la mañana del día 4, la atmósfera presentaba condiciones termodinámicas de gran inestabilidad que propiciarían durante la tarde la formación de tormentas intensas.

Contenido de humedad

Como lo indica la Figura 22, en el nivel de 850 hPa (1500metros aprox.) hubo, durante el día 4, un aumento del contenido de humedad de 10 gr de vapor de agua por cada Kg de aire en la región rioplatense.

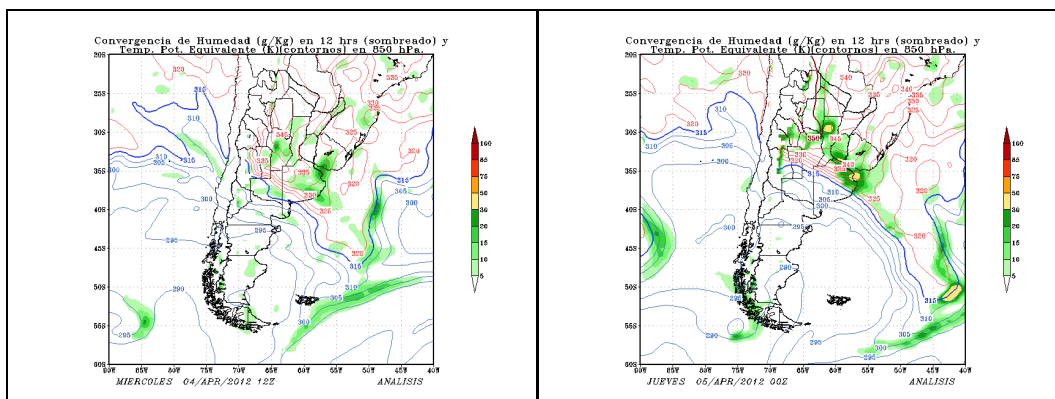
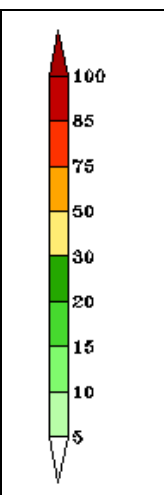


Figura 22 (Anexo II): 4-abr-2012. 09:00 y 21:00 HOA. 850 hPa. Convergencia de humedad en 12 horas (Sombreado en verde , amarillo) e isólinas de temperatura potencial equivalente en anaranjado. (Serv. Met. Nac.)

El valor superior a 330°K de Temperatura Potencial Equivalente evidenciaba un alto contenido de humedad preexistente.

Inestabilidad potencial

La inestabilidad potencial calculada sobre la capa 500-850hPa, (Entre los 5500 y 1500 metros) es un parámetro que representa la diferencia entre el contenido de humedad entre el nivel alto y el nivel bajo. Valores negativos indican que habiendo un mayor contenido de humedad en las capas bajas (1500m) cualquier ascenso potencial de la capa de aire tendería a desestabilizarla y las corrientes verticales de ascenso adquirirían valores marcadamente superiores a 5 m/s .

La Figura 23 muestra, un valor de -14 a las 09:00 sobre la región de interés, indicando una inestabilidad potencial muy grande que, de haber ascenso generalizado de la masa de aire en la zona, daría lugar a la formación de tormentas durante esa tarde.

Helicidad relativa

Este parámetro indica el grado de predisposición del flujo a formar vórtices de eje vertical en capas bajas en casos de formación de nubes de tormenta (Cumulonimbus) .

La Figura 23 muestra ausencia de helicidad relativa sobre la región rioplatense y por lo tanto no fue un factor primordial en la formación de los tornados sobre esa región o también , pudo haber habido uno o varios factores faltantes en la información de entrada a los modelos numéricos por lo que no apareció la helicidad relativa adecuadamente representada.

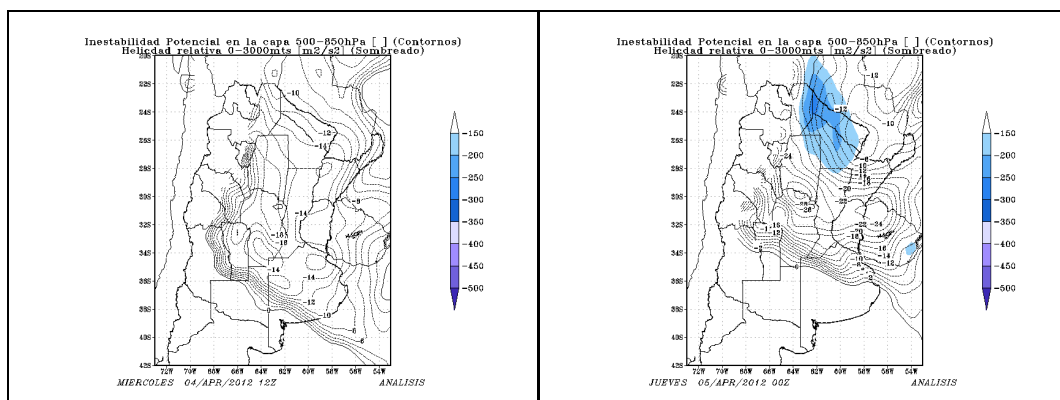


Figura 23 (Anexo II). 4-abr -2012 (09:00 y 21:00 HOA Inestabilidad potencial y helicidad relativa (Serv. Met. Nac.)

Inestabilidad inercial

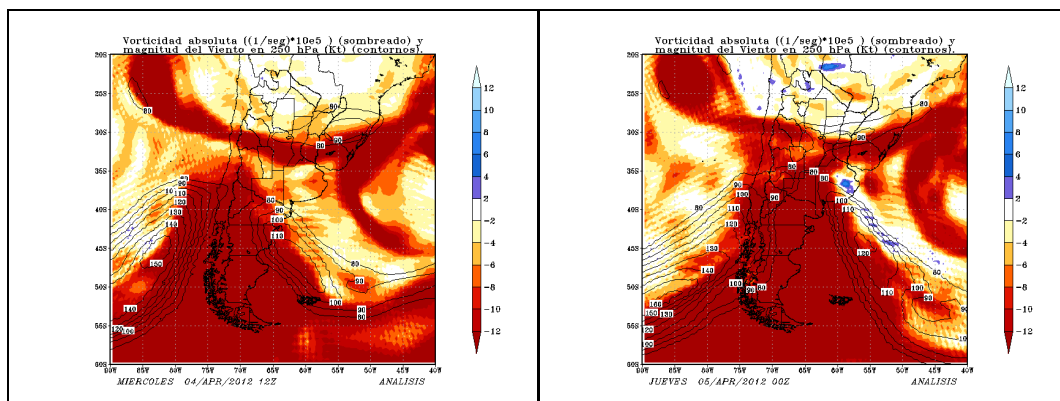


Figura 24 (Anexo II). 4-abr -2012 (09:00 y 21:00 HOA Vorticidad absoluta seg-1* 10-5 (Serv. Met. Nac.)

La Figura 24 muestra que el flujo en los niveles altos de la troposfera, presentaba a las 09:00 del día 4 de abril de 2012 sobre una franja del centro norte de la Provincia de Buenos Aires, valores de vorticidad absoluta casi cero (región en blanco) que se mantuvieron hasta la noche, indicando condiciones de inestabilidad inercial favorables a la formación de tormentas .

Resumen

El avance durante el día 4 del aire fresco desde el Sudoeste de la Provincia de Buenos Aires hacia el Río de La Plata conformó un típico frente frío. Este frente, en forma de cuña, forzó al aire húmedo y cálido a ascender por su pendiente sobre la que se formaron bandas nubosas. Sobre estas bandas, se desarrollaron mas tarde las nubes de tormenta.

A las 19:40, minutos antes de la ocurrencia de los daños, el amplio sistema nuboso contenía nubes de tormenta con temperatura de topes inferiores a -70°C , una hora mas tarde, a las 20:40, parte del amplio sistema de tormentas ingresaba sobre el Río de La Plata.

Si bien no se pudo estudiar la evolución total de los ecos registrados por el radar de Ezeiza durante el traslado de las celdas de tormentas desde la región Oeste del Gran Buenos Aires hacia el Río de La Plata quedó evidente el posterior desprendimiento o el adelanto del tramo severo entre Buenos Aires y La Plata con respecto a la perfecta alineación inicial a las 19:00.

Las estaciones meteorológicas automáticas de la Universidad de La Plata proveyeron los datos para explicar el fenómeno de viento que produjo los daños sobre la franja Florencio Varela – Villa Elisa- Aeródromo (Diagonal 74) – Ensenada – Berisso.

Características del flujo en la troposfera media y alta.

Durante el día 4, en el nivel medio de la atmósfera (500hPa), una vaguada principal cuyo eje se hallaba sobre la sobre la cordillera de Los Andes presentaba una marcada divergencia del flujo sobre el territorio bonaerense. Dos núcleos de vorticidad ciclónica, indicaban la presencia de ondas cortas sobre el flujo principal. La onda corta situada sobre San Luis a la mañana fue la que favoreció la activación de los factores que intervinieron en los procesos termodinámicos que dieron lugar a la extraordinaria actividad convectiva de esa tarde y noche sobre los partidos del Gran Buenos Aires.

En los niveles cercanos a la base de la estratosfera el flujo, relativamente débil, presentaba una marcada divergencia del flujo sobre el centro y norte de la Provincia de Buenos Aires.

Condiciones termodinámicas

Las condiciones termodinámicas de la atmósfera reinantes durante la noche del día 4 de abril de 2012 fueron las siguientes:

la Energía Potencial Disponible para la formación de nubes de tormenta (CAPE) era de 800J/kg sobre la zona norte de la llanura bonaerense

El Índice de Showalter, parámetro de inestabilidad diurno, presentaba a la mañana del día 4 valores altamente significativos (-6) sobre la región de interés que se mantuvieron hasta la noche.

En el nivel de 850 hPa hubo, durante el día 4, un aumento del contenido de humedad de 10 gr de vapor de agua por cada Kg de aire en la región rioplatense y el valor superior a 330°K de Temperatura Potencial Equivalente evidenciaba un alto contenido de humedad preexistente.

La inestabilidad potencial calculada en la capa 500-850hPa, mostraba un valor de -14 a las 09:00 sobre la región de interés, indicando una inestabilidad potencial muy grande que, de haber ascenso generalizado de la masa de aire en la zona, daría lugar a la formación de tormentas durante esa tarde.

El flujo en los niveles altos de la troposfera, presentaba a las 09:00 del día 4 de abril de 2012 sobre una franja del centro norte de la Provincia de Buenos Aires, valores de vorticidad absoluta casi cero que se mantuvieron hasta la noche indicando condiciones de inestabilidad inercial favorables a la formación de tormentas.
