



## Caracterización de la Capa de Superficie en base a datos de torres micrometeorológicas sobre el Río Uruguay

F.I. Solari<sup>1</sup>, M.N. Cosme Patanella<sup>2</sup>, G.J. Berri<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [solari.fi@gmail.com](mailto:solari.fi@gmail.com)

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [melissapatanella@gmail.com](mailto:melissapatanella@gmail.com)

<sup>3</sup> Servicio Meteorológico Nacional - CONICET; Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP.

### Resumen

*En este trabajo se analizan los datos obtenidos en dos torres micrometeorológicas ubicadas en la costa del Río Uruguay, próximas a la ciudad de Gualeguaychú. Las torres realizan mediciones de diversas variables meteorológicas a 2 y 42m de altura -a excepción del viento, que se mide a 10 y 42m-. La serie de datos corresponde al año 2014 y cuenta con mediciones de alta frecuencia promediadas en intervalos de 10 minutos, registrándose el valor promedio, el máximo, y el mínimo de cada intervalo. Las variables registradas son: temperatura de bulbo seco, temperatura de rocío, velocidad y dirección del viento, presión barométrica, precipitación, humedad relativa, y radiación solar incidente.*

*El objetivo es, en primer lugar, estudiar el comportamiento medio de las diversas variables a fin de caracterizar su variación diaria y estacional.*

*En segundo lugar, se analizan las propiedades de la capa de superficie (CS) a través de estimaciones de flujos turbulentos y parámetros de estabilidad.*

*En tercer lugar, se estudian con mayor detalle aquellos casos en los que el viento en superficie -medido a 10m de altura- resulta más intenso que el viento en altura -medido a 42m-, ya que es esta una situación anómala de acuerdo a las parametrizaciones clásicas del perfil vertical de viento en la CS. Se analiza también la relación de estas anomalías con las condiciones del tiempo presente registradas en la estación meteorológica Gualeguaychú Aero, a fin de identificar posibles causas o situaciones favorables.*

*Por lo tanto, se trabajará con los datos para realizar un análisis de la CS y de esta manera poder estudiar tanto los casos excepcionales como el comportamiento anual de las variables.*

**Palabras clave:** Observaciones; torres micrometeorológicas; capa de superficie; análisis de datos



## Introducción

En el presente trabajo se estudian las características de la capa de superficie planetaria a partir de una serie anual de datos.

Se comienza con una caracterización de tipo estadístico (marcha anual y ciclo diario) de las variables básicas, así como temperatura de bulbo seco y de rocío, presión, viento, precipitación, humedad relativa y radiación solar. Luego, se realiza el mismo tipo de análisis para diversos parámetros de estabilidad obtenidos a partir de las variables mencionadas anteriormente, como el número de Richardson, los gradientes verticales de temperatura potencial y de viento y flujos turbulentos que ayudan a caracterizar la capa de superficie.

En tercer lugar, se estudia en mayor detalle los casos en los que el viento en superficie resulte más intenso que el viento en altura, comparándolo además con las observaciones horarias de tiempo presente (ww) realizadas en la estación del Aeropuerto de Gualeguaychú, que es la estación más cercana a ambas torres de medición.

## Materiales y métodos

Los datos fueron tomados y promediados de manera automática cada 10 minutos a partir de distintos instrumentos en dos torres micrometeorológicas que se encuentran en la provincia de Entre Ríos, sobre la costa del Río Uruguay.

Las mismas están ubicadas según las siguientes coordenadas:

-Torre Norte, Latitud:  $-33^{\circ} 2' 59.4''$ , Longitud:  $-58^{\circ} 23' 32.2''$

-Torre Sur, Latitud:  $-33^{\circ} 11' 24.72''$ , Longitud:  $-58^{\circ} 26' 38.4''$

Las series de datos obtenidas contienen alrededor de 50000 registros por cada torre, tanto en altura (40m) como en superficie (2m). Antes de realizar el análisis de los datos, fue necesario controlar la calidad de los mismos. En primer lugar, la Torre Norte contaba con dos períodos de tiempo prolongados durante los cuales no se registraron datos. En segundo lugar, varias mediciones aisladas proporcionaban información únicamente sobre la presión barométrica, por lo cual carecían de utilidad práctica en el presente trabajo. En tercer lugar, es necesario contar con el par de datos altura-superficie de cada torre, a fin de poder realizar diferencias o gradientes en la vertical, por lo tanto, los instantes que no contaban con ambos datos -es decir, existía solo el dato de superficie o solo el dato de altura, pero no ambos a la vez- también fueron descartados en el presente análisis.-El proceso de filtrado de datos redujo el tamaño de la serie original, pero la cantidad de datos sigue siendo significativa para el objeto de este estudio.

También se utilizan datos del reporte SYNOP horario de la estación de Gualeguaychú Aero ubicada a unos 10 kilómetros de las torres, para poder evaluar si



los fenómenos que se dieron durante las mediciones de los datos influyeron sobre el comportamiento de las variables estudiadas, específicamente sobre el viento.

Se realiza un análisis específico del comportamiento de la variable viento siguiendo tres ejes organizadores: variación diaria, variación anual, y relación con observaciones de tiempo presente. En todos los casos, la frecuencia calculada es la probabilidad sujeta a la condición indicada.

## Resultados y discusión

### Variación diaria

Se analiza la distribución de la cantidad de casos y su frecuencia en relación al total de mediciones en 24 intervalos de 1 hora, para observar así su variación con el momento del día. También la distribución estadística de los valores anómalos (mediana, rango intercuartil, intervalo de confianza de la mediana, sesgo de la muestra).

Lo más notable es la variación de la frecuencia de casos en los que el viento en superficie (10m) resulta mayor que el viento en altura (40m). En la Figura 1 se puede apreciar que durante la noche la frecuencia de casos se mantiene alrededor del 5%, mientras que durante el día muestra una variación importante, alcanzando su máximo en las horas de mayor insolación y mayor inestabilidad de la atmósfera, la cual se obtiene a partir del ciclo diario del Número de Richardson calculado para la muestra de datos. Además, ambas torres exhiben el mismo comportamiento, aunque tanto la frecuencia como la cantidad total de casos en los que ocurre este fenómeno son mayores en la torre sur.

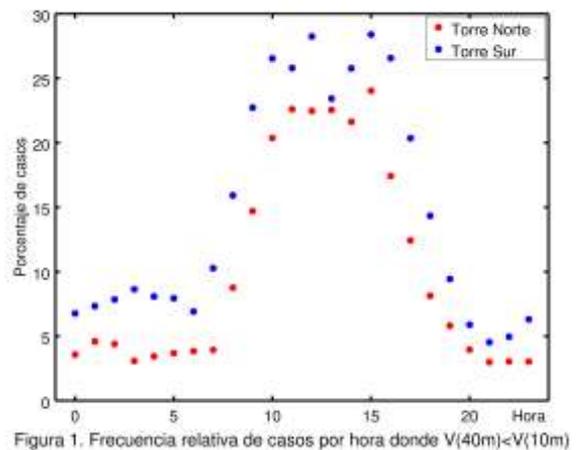


Figura 1. Frecuencia relativa de casos por hora donde  $V(40m) < V(10m)$

### Variación anual

A partir de un procedimiento análogo al anterior, se analiza la variación a lo largo del año, dividiendo la serie en 12 intervalos, uno por cada mes del año.

A diferencia de la variación diaria, no se observan diferencias significativas ni tendencias del comportamiento de la serie en la variación anual. Nuevamente, la torre sur tiene mayor incidencia del fenómeno, tanto en cantidad de casos como en frecuencia. Pero cabe destacar que el comportamiento de la frecuencia es análogo en ambas torres. No sucede lo mismo con la cantidad de casos, pero esto se debe, en



parte, a que tanto en mayo como en diciembre no se encuentran disponibles casi la mitad de los datos. Por lo tanto, la frecuencia es más representativa del comportamiento que la cantidad total de casos. Ver Tabla 1.—La frecuencia del fenómeno, en promedio, es del 10% en la torre norte y del 15% en la torre sur.

**Tabla 1.** Número de casos por mes en que el viento a 10m es mayor que a 40m de altura

	Casos	Mediciones totales	Frecuencia (%)	Casos	Mediciones totales	Frecuencia (%)
Mes	Torre Norte			Torre Sur		
Enero	428	4443	9.6	411	4630	9.2
Febrero	506	4023	12.6	525	4031	13.0
Marzo	495	4336	11.4	810	4463	18.1
Abril	429	4193	10.2	531	3866	13.7
Mayo	309	2296	13.4	896	4463	20.1
Junio	396	3964	10.0	640	4319	14.8
Julio	361	4461	8.1	491	4463	11.0
Agosto	562	4456	12.6	748	4463	16.8
Septiembre	395	4319	9.1	518	4318	12.0
Octubre	470	4454	10.6	551	3740	14.7
Noviembre	346	4097	8.4	555	4316	12.8
Diciembre	130	2465	5.3	865	4463	19.4

#### Relación con observaciones de tiempo presente

Se comparan las observaciones de tiempo presente de la estación Gualeguaychú Aero con las mediciones realizadas en la misma hora y en la hora anterior a la observación. También se analiza la distribución por décadas del código (de tiempo presente) del total de datos y de los casos anómalos, a fin de observar si existe algún fenómeno meteorológico que favorezca esta situación.

Se puede apreciar en la Tabla 2, que en ambas torres predominan ampliamente las mediciones de fenómenos no significativos (primera década u observación no incluida en el reporte). Además, los fenómenos de niebla (quinta década) tienen una frecuencia relativa considerablemente más elevada que cualquier otra década, mientras que las décadas asociadas a la precipitación (llovizna, lluvia, tormenta) poseen las frecuencias más bajas.



**Tabla 2.** Número de casos por década del código de tiempo presente en que el viento a 10m es mayor que a 40m de altura

	Casos	Mediciones totales	Frecuencia (%)	Casos	Mediciones totales	Frecuencia (%)
Década	Torre Norte			Torre Sur		
1	3790	38264	9.9	5798	41331	14.0
2	503	4201	12.0	699	4326	16.1
3	146	1276	11.4	283	1374	20.6
4	0	0	-	0	0	-
5	221	1034	21.4	432	1164	37.1
6	23	502	4.6	50	684	7.3
7	73	961	7.6	140	1139	12.3
8	0	0	-	0	0	-
9	0	12	0	0	12	0
10	82	1268	6.5	150	1350	11.1

### Conclusiones

El fenómeno analizado en este trabajo ocurre con una frecuencia aproximada de 10-15%.

Alrededor del mediodía, en el horario de mayor inestabilidad de la capa de superficie, hay un aumento significativo en la frecuencia de los casos en los cuales el viento en superficie resulta más intenso que el viento en altura.

No se observa un ciclo anual de esta situación, pero sí un ciclo diario.

La situación ocurre con más frecuencia en caso de niebla.