

# CARACTERIZACIÓN DE LAS CONDICIONES METEOROLÓGICAS QUE AFECTAN AL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE URUGUAY

Valeria Durañona<sup>1</sup>, Ernesto Marchesoni<sup>1,3</sup> Mariana Molinari<sup>1,2</sup>

[valeriad@fing.edu.uy](mailto:valeriad@fing.edu.uy)

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería Universidad de la República (FING-UdelaR)

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Universidad de la República (FCIEN-UdelaR)

<sup>3</sup> Instituto Nacional de Meteorología (INUMET)

**Palabras clave:** actividad convectiva severa (ACS), ciclón extra tropical, patrón sinóptico de tiempo (PST).

## 1) INTRODUCCIÓN

En Uruguay los eventos de viento extremo provocan serios perjuicios a diversos niveles, desde accidentes fatales hasta daños materiales y pérdidas económicas. Condicionan fuertemente el diseño de estructuras tales como viviendas, silos, invernáculos, muelles, torres de alta tensión, etc. De ahí la importancia de contar con información sobre la posibilidad de ocurrencias de velocidades de viento por encima de ciertos niveles, periodos de retorno para eventos de determinada magnitud, etc. Uruguay cuenta con un mapa de vientos extremos y su estadística asociada, indicados en la norma nacional de acción del viento sobre estructuras UNIT 50:84. En trabajos anteriores se ha visto que estos precisan ser revisados. Esta investigación aporta información sobre la distribución geográfica de los vientos más fuertes que tienen lugar en el país, analizando cómo estas afectan al sistema de distribución de energía eléctrica, dividiendo al país por regiones y clasificando los eventos meteorológicos que afectan más frecuentemente a cada región.

## 2) OBJETIVOS

Esta investigación busca caracterizar las condiciones meteorológicas asociadas a la ocurrencia de vientos fuertes que afectan la red de distribución de UTE generando apagones significativos; explorar la importancia relativa de vientos sinópticos y no sinópticos como causales de estas incidencias, así como la posibilidad de que diferentes regiones del país exhiban comportamientos distintos.

A grandes rasgos, los vientos sinópticos son aquellos que persisten durante horas, mientras que los no sinópticos persisten durante minutos o decenas de minutos.

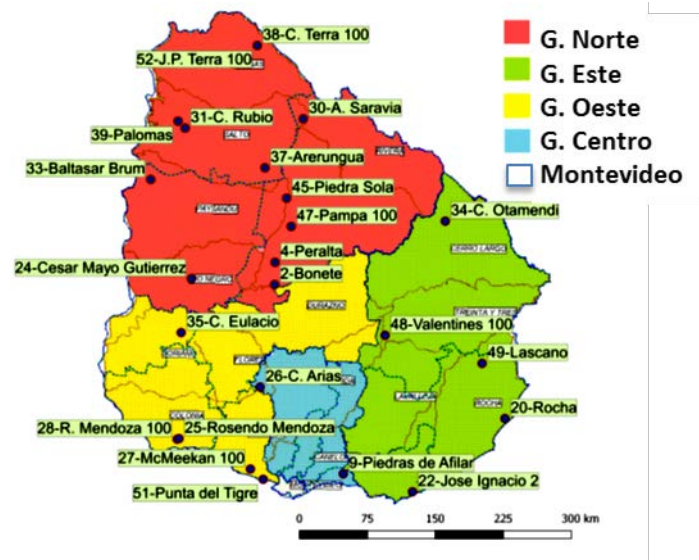


Figura 1: Ubicación de Estaciones de la Red UTE-Eólica utilizadas en este estudio y gerencias de distribución de UTE

## 3) DATOS

Se utilizaron datos de anemómetros de cazoletas pertenecientes a la red de UTE-Eólica (Figura 1). La descripción de esta red se puede encontrar en Cornalino y Draper (2012). Estos están instalados a alturas que van desde los 10 a los 110m en pares de a dos, para que en conjunto con una veleta que se encuentra junto a ellos, se pueda evitar afectaciones en las medidas de velocidad debido a las torres donde se encuentran instalados. Para este trabajo se utilizó la velocidad media y máxima que estos registran cada 10 min. Para llevarlos a una altura estándar se calculó la velocidad que se tendría a 45m mediante interpolaciones o extrapolaciones cuando fue necesario.

Por otra parte se utilizaron datos de incidencias en la red de distribución de UTE. Esta se divide en 5 regiones como se puede apreciar en la Figura 1: Gerencia Norte, Gerencia Este, Gerencia Oeste, Gerencia Centro y Montevideo.

#### 4) METODOLOGÍA

Se identificaron fechas entre 2013 y 2017 en las que más del 35% del total de transformadores de una Gerencia de distribución de UTE (Figura 1) y/o más del 20% del total de transformadores del país hubieran sufrido falta de energía durante 3 minutos o más, asociada a tormentas. Analizando distintas fuentes de información meteorológica y medidas de viento (Figura 1), se identificaron condiciones meteorológicas durante dichas incidencias que pudieron clasificarse en: actividad convectiva severa (ACS), ciclón extra-tropical o patrón sinóptico de tiempo (PST).

#### Condiciones meteorológicas predominantes y distribución geográfica

Se identificaron 20 fechas en las que ocurrieron apagones significativos. Se identificó ACS en el 80% de estas fechas, pasajes de ciclones extra tropicales intensos en el 15%, y un caso de PST correspondiendo al 5% de estas fechas. En la Tabla I se muestra qué porcentaje de transformadores fue afectado asociado a cada clase de condición meteorológica. Por su parte, la Tabla II muestra, para las 20 fechas indicadas en la Sección 4, qué porcentaje de transformadores se vieron afectados

Condición Meteorológica	Total de Transformadores Afectados (%)
ACS	34, 33, 29, 24, 24, 23, 22, 21, 21, 19, 17, 17, 13, 12, 10, 8
Ciclón Extra tropical	23, 23, 20
PST	20

Tabla I. Porcentaje de transformadores afectados a nivel nacional para cada condición meteorológica identificada.

Gerencia	Transformadores Afectados (%)	Condición Meteorológica	U <sub>max45m</sub> (m/s)	Estación-Gerencia
Norte	58	ACS(CCM)	38	45-Norte
	52	ACS(CCM)	41.8	47-Norte
	52	ACS(FF)	35.3	24-Norte
	49	ACS(FF)	37	45-Norte
	40	ACS(FF)	37.1	31-Norte
	36	ACS(FF)	37.2	28-Norte
	36	ACS(CCM)	25.2	24-Norte
Oeste	53	ACS(FF)	40.6	28-Oeste
	50	ACS(FF)	37.2	28-Oeste
	43	ACS(CCM)	41.5	25-Oeste
	41	ACS(FF)	35.3	24-Norte
	39	ACS(FF)	45.1	24-Norte
	38	ACS(FF)	42.2	35-Oeste
	38	SCA(CCM)	38	4-Norte
Centro	62	ACS(CCM)	41.5	25-Oeste
	48	ACS(FE)	24.5	49-Este
	42	Ciclón extra tropical	32.6	22-Este
	36	PST	28.1	22-Este
Este	48	Ciclón extra tropical	32.2	20-Este
	46	ACS(CCM)	41.5	25-Oeste
	46	Ciclón extra tropical	32.5	22-Este
	41	PST	28.1	22-Este
	37	Ciclón extra tropical	32.6	22-Este
Montevideo	10	Ciclón extra tropical	32.6	22-Este

Tabla II. Características de las afectaciones significativas por Gerencia en las 20 fechas estudiadas

en cada Gerencia, a qué tipo de condición meteorológica correspondió, la velocidad máxima de ráfaga registrada en cada Gerencia ( $U_{max45m}$ ), y la estación donde se registró dicha ráfaga máxima.

## 5) CONCLUSIONES

Se detectaron diferencias geográficas significativas en las condiciones meteorológicas que afectan a la red de distribución. La ACS estuvo presente en el 100% de las fechas en las que se afectaron las Gerencias Norte y Oeste (Tabla II), mientras que se registró pasajes de ciclones extra tropicales o PST en el 80% de las fechas en las que se afectaron las Gerencias Este y Montevideo. Además, mayores ráfagas y más frecuentes se registraron en las Gerencias Norte y Oeste, relacionadas a ACS.

Los vientos fuertes no sinópticos fueron más intensos y frecuentes durante apagones significativos que los vientos sinópticos: en las fechas donde se tuvo ACS (80%) se registraron vientos de tipo no sinóptico, con ráfagas máximas promedio de 36.5m/s, mientras que durante el pasaje de ciclones extra tropicales y/o PST (20%), se registraron vientos de tipo sinóptico, con ráfagas máximas promedio de 31.4m/s.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Administración Nacional de Usinas y Trasmisiones Eléctricas (UTE) por brindarnos los datos utilizados en este estudio, y a la ANII (Agencia Nacional de Investigación e Innovación) por haber financiado este proyecto (ANII FSE 109686) sin los cuales no habría sido posible su ejecución.

## REFERENCIAS

**Cornalino, E.; Draper, M. 2012** Planning the Distribution of Wind Farms in Uruguay in Order to Optimize the Operability of Large Amounts of Wind Power. Available online: [www.fing.edu.uy/cluster/eolica/3ublic/Cornalino\\_Draper\\_EWEC2012\\_FINAL.pdf](http://www.fing.edu.uy/cluster/eolica/3ublic/Cornalino_Draper_EWEC2012_FINAL.pdf) (Acceso 11-05-2022).

**Almaraz, I., Rava, F., June 9, 2015.** Efecto de los vientos extremos en la red de distribución aérea de UTE. Presentación oral en: International Workshop on Analysis of Extreme Winds Effects: Australian Experience and its Application to Uruguay. Facultad de Ingeniería, UdelaR, Montevideo, Uruguay.

**CPTEC/INPE:** Database of weather charts at various vertical levels. Available from: <http://img0.cptec.inpe.br/~rgptimg/Produtos-Pagina/Carta-Sinotica/Analise/>.

**CPTEC/INPE:** Database of GOES 13 and GOES 16 satellites images, synoptic charts and weather reports, Centre for Weather Prediction and Climate Studies from the National Institute for Space Research. Available from: [http://satelite.cptec.inpe.br/acervo/goes\\_anteriores.jsp?i=es](http://satelite.cptec.inpe.br/acervo/goes_anteriores.jsp?i=es).

**Department of Atmospheric Sciences - College of Engineering - University of Wyoming:** Database of atmospheric soundings. Available from: <http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>.

**Durañona, V., 2014.** Revisión de la estadística y del mapa de vientos extremos establecidos en la norma de acción del viento uruguay UNIT 50-84, XXXVI South American Workshop on Structural Engineering, pp. 13.

**Durañona, V., 2015.** The significance of non-synoptic winds in the extreme wind climate of Uruguay. In: 14th International Conference on Wind Engineering. Porto Alegre, Brazil, pp. 18.

**Durañona, V., 2016.** Tesis de Doctorado "Extreme Wind Climate of Uruguay". Facultad de Ingeniería, UdelaR, Montevideo, Uruguay, pp. 439.

**IAG-USP:** Sferics Timing and Ranging Network (STARNET). <http://www.zeus.iag.usp.br/>

**RINDAT** (Rede Integrada Nacional de Detecção de Descargas Atmosféricas) /SIMEPAR. Available from: <http://www.rindat.com.br/>

**Reed, D.A., 2008.** Electric utility distribution analysis for extreme winds. J. Wind Eng. Ind. Aerod. 96, 123–140.

**UNIT:50–84, 1984.** Norma: Acción del viento sobre estructuras, Instituto Uruguayo de Normas Técnicas (UNIT), Montevideo, Uruguay, pp. 119.

**Zipser, E.J., Liu, C., Cecil, D.J., Nesbitt, S.W., et al., 2006.** Where are the most intense thunderstorms on Earth? Bull. Am. Meteorol. Soc. 87, 1057–1071.