

CAPÍTULO 20

Potencial eólico en el sector oeste del Conurbano

Pablo G. Provenzano^{1*} y Luis A. Fernández²

^{1,2} Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas –
Universidad Nacional de La Matanza.
Florencio Varela 1903 – San Justo-
Provincia de Buenos Aires – Argentina.

* pprovenzano@unlam.edu.ar

Palabras clave: *Viento, Potencial, Generación, Limpia.*

Keywords: *Wind, Power, Generation, Clean.*

Resumen

Se presenta en este trabajo la evaluación de la fuente eólica en el área urbano-industrial del Partido de La Matanza, en el oeste del Gran Buenos Aires. El estudio abarca el periodo del mes de julio del año 2015 hasta noviembre del 2017. El volumen de datos colectados de velocidad del viento y dirección ha sido organizado en histogramas de frecuencia, estimando las medidas de posición y dispersión, y se han obtenido y analizado las distribuciones de frecuencia de *Weibull* en cada caso.

I. Introducción

La información sobre el clima y, en especial, sobre tendencias de las variables climáticas en distintas regiones del mundo (temperatura, pluviometría, índice de radiación solar) viene ocupando los titulares en primera plana desde hace algunas décadas, y es tema de investigación en el nivel mundial ante la evidencia de cambios paulatinos que se están generando de forma notoria desde las últimas cuatro décadas. Estos cambios conducen a un deterioro progresivo del hábitat, vienen afectando a la diversidad de ecosistemas continentales y marítimos como a comunidades poblacionales enteras. Tal situación está vinculada a la acumulación creciente de gases como el dióxido de carbono (CO_2) que desde hace unos treientos años (desde el desarrollo de las máquinas de vapor, la invención posterior de máquinas de combustión interna y térmicas, alimentadas con combustibles de origen fósil, y la masificación del empleo de estas máquinas en los dos últimos siglos) ha ido incrementando la concentración de CO_2 en el orden del treinta y cinco por ciento respecto al valor de concentración estable durante los veinte mil años que precedieron a la Era Industrial (Sanchez Masa, 2010; Harper, 2009).

La temperatura promedio planetaria, debido a este proceso, muestra un incremento 0,7 grados centígrados entre los años 1900 y 2000. Una proyección al año 2050 indica que este índice se podría incrementar en un sesenta y cinco por ciento respecto de la concentración anterior al inicio de la Era Industrial (Harper, 2009).

El panorama expuesto explica el aumento de la temperatura planetaria durante la última centuria y el transcurso del siglo actual y exige la aplicación de acciones inmediatas, de índole comunitario como institucional y gubernamental, de carácter local e internacional para lograr la mayor eficacia en el alcance de metas como la estabilización de la concentración de CO_2 en las próximas décadas (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2015). Se han organizado foros regionales y mundiales respecto de este tema durante las últimas cinco décadas en distintas ciudades del Mundo. El Protocolo de Kioto (1997), por ejemplo, como *senda* estratégica de acción global frente al Cambio Climático formula una convocatoria al esfuerzo mancomunado de los países mediante su suscripción al tratado, y se establece el compromiso de generar acciones gubernamentales tendientes a la reducción de la emisión de esos gases de Efecto Invernadero en determinados porcentajes sucesivos, en metas de tiempo prefijadas. Esta convocatoria ha sido recientemente reafirmada y reemitida con carácter de exhorto a la Comunidad Internacional, y suscripta por la gran mayoría de los países, en la Cumbre de Cambio

Climático realizada en la Ciudad de París durante el año 2015, ante el cumplimiento relativo de las metas formuladas en el Protocolo de Kioto por parte de numerosas naciones suscriptas (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2015).

Procesos críticos en la emisión de CO₂ son la generación de energía mediante centrales termoeléctricas que consumen cantidades ingentes de combustibles de origen fósil, constituyendo unos de los sistemas de mayor emisión de CO₂. Por lo tanto, la minimización del uso de los fósiles es una vía para contribuir a los objetivos de reducción de la dispersión a la atmósfera de esos gases. Una forma de generar energía con emisión cero surge de la explotación de las alternativas renovables y dentro de ellas se enlista la explotación del viento como el vector energético no convencional de mayor aplicación en el mundo actual. Su tecnología está ampliamente probada en países como China, Alemania, España, Estados Unidos, La India y Japón, quienes lideran en generación eléctrica mediante empleo de estas formas no convencionales (Provenzano y Fernández, 2017).

Estas tecnologías resultan efectivas en la reparación del daño ambiental ocasionado y deben ser implementadas de manera progresiva para la generación de energía eléctrica, motriz, térmica, etc. No obstante, su implementación requiere identificar previamente la calidad del viento en un área geográfica determinada (Provenzano y Fernández, 2017).

La Provincia de Buenos Aires posee dos condiciones que la relacionan directamente con este tema: un conjunto importante de polos industriales, centrales termoeléctricas y conglomerados humanos, emisores de gases de efecto invernadero, el mayor de ellos, diseminado en el área de la Ciudad de Buenos Aires y el Conurbano Bonaerense, ubicados en el cuadrante nordeste de la Provincia, y un recurso eólico calificado en sus áreas sur y sureste: inmediaciones de las ciudades de Bahía Blanca, Punta Alta, Corti, Pehuen-Co, en Tandil y en las localidades de Mayor Buratovich, Darregueira, Claromecó (Clementi y col, 2019; Colabelli, 2011). No obstante, la transmisión de la energía obtenible del viento desde esas locaciones hasta los grandes polos urbano-industriales del área metropolitana implican distancias que superan en algunos casos los 600 kilómetros introduciendo un factor de pérdidas por transmisión eléctrica del orden del 15 por ciento debido a fenómenos propios de la transmisión eléctrica en alta tensión como las corrientes disruptivas y el Efecto Corona (Román Campos y Castillo Trujillo, 2016).

El potencial en los Partidos del Noreste (incluyendo el área Metropolitana) y norte de la Provincia han sido menos evaluado. Si bien la intensi-

dad de vientos es menor en este sector, el conglomerado urbano y fabril que representan la Ciudad de Buenos Aires y el Conurbano constituye un centro de emisión importante dentro del territorio provincial y nacional y la posibilidad de explotación de energías renovables en este sector geográfico no debería ser desestimada porque introduciría, entre otros, un tema de ahorro de costos en tendido de redes eléctricas y de pérdidas eléctricas por los efectos arriba mencionados y una demanda eléctrica

garantizada por la densidad urbana e industrial presente en este área.

Se presenta un trabajo de evaluación del recurso eólico y de las posibilidades de su explotación en el área urbana del Partido de La Matanza, sector de alta densidad poblacional e importante polo de manufactura industrial, representativo de una extensión mayor que incluye a la Ciudad de Buenos Aires y al Gran Buenos Aires.

I.I. Objetivos.

Evaluar la calidad del recurso eólico en área urbana del Partido de La Matanza como elemento de base para posibles acciones en la reducción de emisión de gases, desde el ámbito de las energías renovables.

Contribuir en la diagramación del mapa eólico de la Provincia de Buenos Aires.

Evaluar la generación de energía obtenible con el recurso disponible mediante el estudio teórico de un aerogenerador operando en este área.

II. Materiales y métodos

Los datos de velocidad del viento y dirección han sido sensados y registrados durante el periodo julio de 2015 a noviembre de 2017 mediante la estación meteorológica instalada y en funcionamiento, en la azotea de los laboratorios de la Universidad, a una altura de quince metros sobre el nivel del suelo. La estación, marca *Pegasus*, provee esta información con una frecuencia previamente determinada, ajustando el intervalo de toma de datos a cinco minutos, lo cual ha introducido continuidad en la información colectada. Este sistema de registro ha sido adquirido en el año 2015.

El periodo de registros (desde el mes de julio de 2015 hasta noviembre del 2017) está incluido dentro del periodo de calibración con el que se entrega el sistema cuando es adquirido, que garantiza tres años de funcionamiento correctamente calibrado, avalado por certificación de fábrica (T.E.C.M.E.S., 2014).

Los registros han sido incorporados al banco de datos al finalizar cada mes generando un ingreso continuo de información en el periodo de estudio. El error del instrumento anemómetro es del orden del dos por ciento a fondo de escala (T.E.C.M.E.S., 2014).

El predio donde opera la estación observa un amplio sector con edificación semidensa y corredores anchos entre edificios hacia el cuadrante sur y sureste (emplazamientos áulicos, oficinas administrativas, espacios académicos y sectores de servicio) mientras que desde el noroeste hasta el noreste se extiende un gran solar de escasa arboleda, con espacios deportivos al aire libre. La rugosidad asignada en función de las características físicas de topografía descripta es $Z_0 = 0,5$ según clasificación de *Davenport* (Weringa, y col. 2001).

Los datos de velocidad de viento de cada mes se han agrupado de forma ordenada. Estos datos han sido analizados aplicando herramientas estadísticas para la obtención del promedio y otras variables como la mediana, la moda y las desviaciones típicas que informan sobre la variabilidad del viento en cada periodo. Los resultados obtenidos permiten tener una primera aproximación sobre la calidad del recurso en cada uno de los meses estudiados.

Se aplicaron, luego, procedimientos estadísticos como el agrupamiento de los registros por rango de velocidades con los que se confeccionaron los diagramas que se presentan en la figura 1 y que muestran qué rangos de velocidades de viento han sido los más frecuentes, qué velocidades máximas y mínimas ha alcanzado el viento en cada mes y cuál ha sido la proporción de velocidad de viento que no llega a accionar al molino eólico (conocida comúnmente como periodos de calma).

Los vientos de interés para generación de energía eólica van desde los 3 m/s en adelante, pero desde los 7 m/s adquieren especial dimensión puesto que el molino comienza a funcionar a semiplena potencia hasta potencia nominal, desde esa velocidad.

Una organización similar ha sido aplicada a la información de dirección del viento, dividiendo los 360 grados que incluyen a todas las direcciones posibles en dieciséis direcciones de predominio (como intervalos de clase).

Los histogramas se emplearon en elaborar la curva de distribución de probabilidad continua de *Weibull*, de forma acampanada. Esas curvas indican la probabilidad que el viento sople a determinadas velocidades. Se presentan en la siguiente figura las gráficas de las campanas de *Weibull* para seis de los 29 meses analizados. Las mismas están graficadas con trazo color rojo, a línea llena:

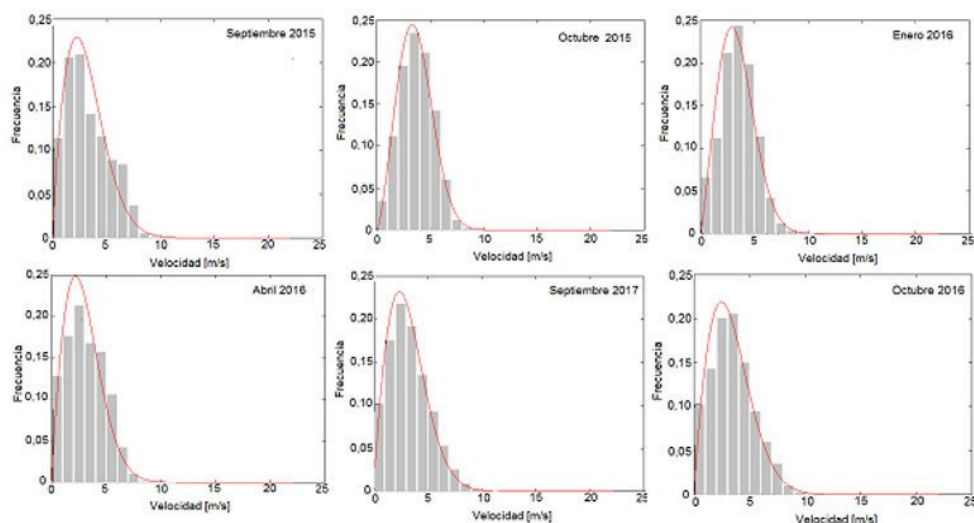


Figura 1. Distribución de Weibull de los meses de mejor performance de viento.

III. Resultados

Se muestran en las siguientes figuras los resultados de cada actividad desarrollada condensados en las rosas de viento que describen las características eólicas en este área urbano industrial del Partido de La Matanza:

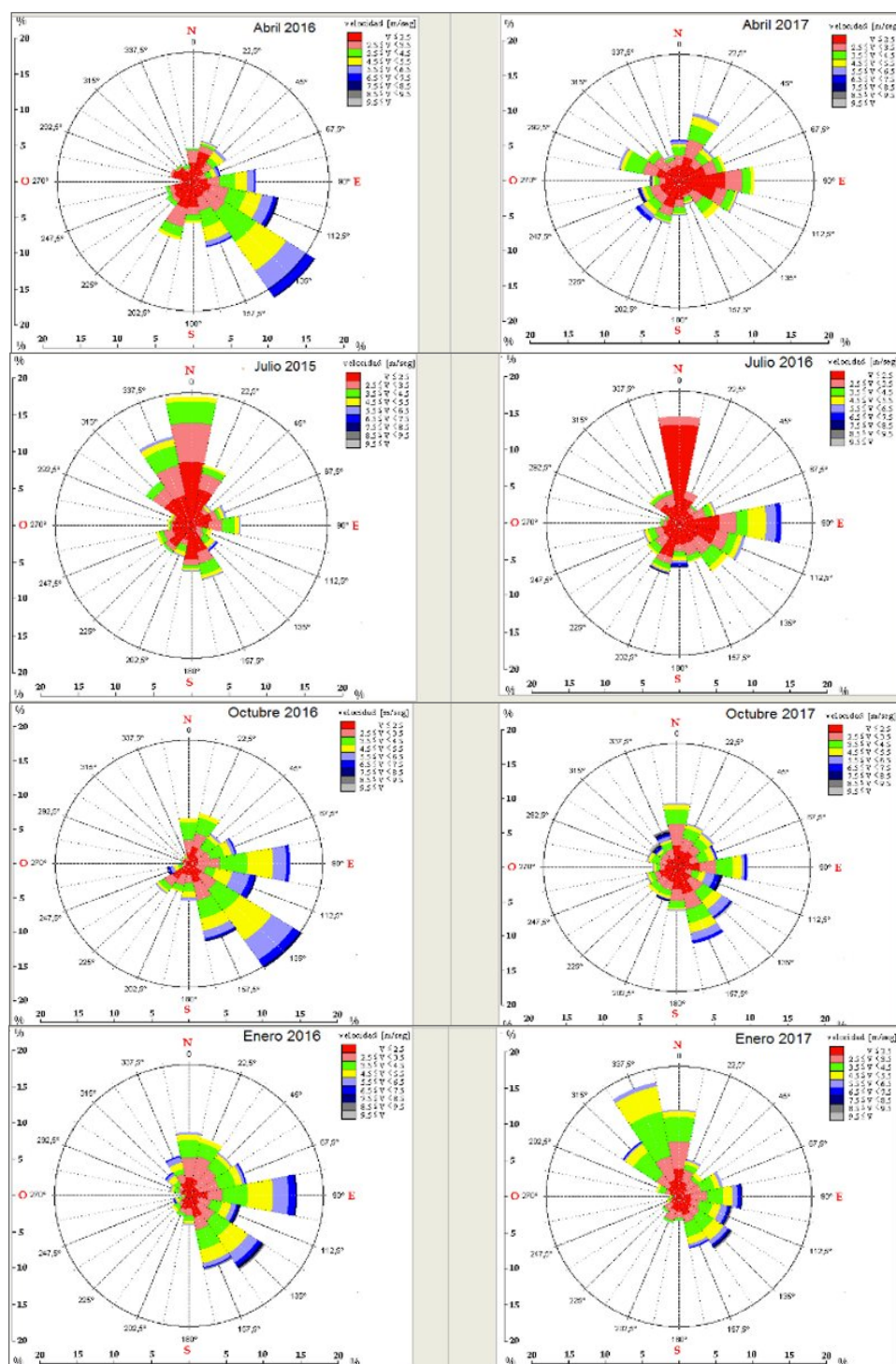


Figura 2. Rosa de los vientos con escala de velocidad del viento de ocho de los meses del periodo estudiado.

Las figuras 2 agrupan los resultados obtenidos y expresados en tablas, diagramas de frecuencia y figuras. Se presentan en ellas al conjunto de variables eólicas analizadas (dirección y velocidad del viento) de forma global. El propósito ha sido elaborar una herramienta que permita la visualización simultánea y rápida de ambas variables y genere, de este modo, un panorama integral de la situación eólica en cada mes estudiado (se exponen solo ocho de las rosas (correspondientes a los meses más representativos) por razones de espacio).

La bisectriz de cada sector circular indica cada una de esas dieciséis direcciones. Por ejemplo, los cuatro puntos cardinales coinciden con las respectivas mediatrices de cada intervalo. La intensidad de velocidades ha sido seccionada en intervalos de 1 m/s de rango, que se representan con distintos colores (ver escala en el cuadro superior derecho).

Cada sector circular se divide en franjas de colores en el sentido radial, cuyo espesor indica la frecuencia de cada rango de velocidad sobre cada dirección de la rosa. En el margen inferior y lateral izquierdo se disponen escalas graduadas para determinar el espesor de cada franja.

Este estudio ha revelado que los vientos provienen mayormente de los cuadrantes este a sureste, y también del norte, con característica de brisas ligeras, entre los meses de mayo y julio.

Los vientos del cuadrante este a sureste muestran un porcentaje importante en el rango de velocidades entre 3,5 m/s y 5,5 m/s, llegando a superar los 8 m/s muy ocasionalmente.

Se extrajo de las figuras 2 que la incidencia de vientos del orden de 8 m/s ó mayor es del 0,94 por ciento, lo que representa 8 días y 7 horas en un periodo total de 29 meses (883 días).

IV. Conclusiones

Se ha alcanzado una caracterización del viento en el espacio geográfico estudiado. Se ratifica, en líneas generales, su moderación con predominancia de brisas ligeras (valor 2 a 3 en la escala de *Beaufort*) e intensidades medias en el rango de 2,72 m/s en meses de invierno a 3,43 m/s en meses de primavera. La mejor *performance* se ubica, desde el punto de vista energético, en meses de primavera y verano, particularmente octubre y enero, sin embargo el promedio de octubre se establece en 3,76

m/s, un promedio sin gran relevancia. En cuanto a la dispersión encontrada, se observa una variabilidad del viento no desestimable, llegando la dispersión media anual al 49 por ciento, en promedio, que revela cierta extensión hacia valores de velocidad que llegan a superar los 8 m/s. Pero se ha encontrado que la incidencia de velocidades de ese nivel o mayor es realmente baja representando solamente unos 8 días en un periodo de 29 meses.

La variabilidad de la dirección focalizada básicamente en los puntos cardinales norte para los meses de verano y algunos del invierno, y este y sureste, en los meses de primavera y otoño, es notoria en contraste con la preponderancia de una única dirección dominante que se observa en distintas áreas de La Patagonia.

Los aerogeneradores comienzan a operar mayoritariamente (e independientemente de su porte) con vientos de 3 m/s y alcanzan generalmente potencia nominal en los 10 m/s. El recurso en este área, en función de los resultados obtenidos, estaría anticipando una *performance* de la máquina desde el enfoque de producción de energía. El porcentaje de calmas del orden del 10,3 por ciento (incluyendo dentro de este renglón brisas muy ligeras, valor 1 de esa escala) equivale a unos 91 días en el periodo de 29 meses sin viento o con brisa muy suave, no parecería, sin embargo, generar un impacto de magnitud. No obstante en los meses de mayo a agosto se acumula el 50 por ciento esos 91 días con escasa o nula actividad del viento, lo que implica que el 37 por ciento de los días (en promedio) de esos cuatro meses permanecen en esa condición.

Los resultados hallados, entonces, están mostrando un panorama poco halagüeño para la explotación con fines energéticos e indicador de una oferta eólica amenguada en este área urbana. El alto índice de rugosidad de la superficie que caracteriza a toda área urbano-industrial como es el entorno donde se emplaza el predio de la Universidad, puede ser una causa de alto peso relativo en esta baja *performance*.

Las rosas de los vientos de la figura 2 han resultado ilustrativas. La información rápida y global que de ellas se puede extraer nos permite recomendarlas como herramienta práctica de descripción del recurso.

Bibliografía

- [1] Sánchez Maza, M. (2010) *Energía Solar Térmica* - Editorial LIMUSA, Grupo Noriega Editores – U. N°9 pp. 222-226.
- [2] Harper, H. (2009) *Tecnologías de Generación de Energía Eléctrica*- Editorial LIMUSA, Grupo Noriega Editores. Cap. 1 pp. 45 -50.
- [3] Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2015) ‘El Acuerdo de París y sus implicaciones para América Latina y El Caribe’- Documento técnico – pp. 5- 8.
- [4] Provenzano, P. Fernández, L. (2017) *Estudio del Recurso Eólico en el Partido de La Matanza* - Trabajo de Investigación – Programa de Acreditación CyTMA2- Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas –Universidad Nacional de La Matanza – pp. 6-8.
- [5] Clementi, L.; Carrizo, S.; Bustos Cara, R. (2019) *La Región SUBA, Sur de la Provincia de Buenos Aires, epicentro eólico en Argentina*- Revista Universitaria de Geografía - Vol 28 (1), pp. 43-64.
- [6] Román Campos, F.; Castillo Trujillo, G. (2016) *Metodología para la evaluación del Efecto Corona en líneas de transmisión* - Revista Ingeniería e Investigación, España, pp. 20-29.
- [7] Colabelli, L. (2011) *Energía eólica en la Provincia de Buenos Aires posibilidades para su desarrollo* - Revista Desarrollo Local Sostenible (DELOS) Vol 4 N°11, pp. 1-19.
- [8] TECMES Instrumentos especiales S.R.L (2014) ‘Estación Meteorológica Marca Pegasus Modelo 201- Manual del Usuario’ – Industria Argentina.
- [9] Weringa, J.; Davenport, A.; Grimmond, S.; Oke, T. (July, 2-6, 2001) *New revision of Davenport roughness clasiffication*’3rd European and African Conference on Wind Energý’– July 2001 – Eindhoven Netherlands.