

# Estimación del Potencial Eólico en la Isla Gorgona

Uriel Antonio Gutiérrez Patiño, Jhonier Alejandro Sedano Aguilar y Jafet Nicolás  
Arbeláez Torres

## Anexo D

Director

German Alfonso Osma Pinto

Doctor en Ingeniería Eléctrica, área Ingeniería Eléctrica

Codirector

Gabriel Ordoñez Plata

Doctor en Ingeniería Industrial, área de Ingeniería Eléctrica

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones

Bucaramanga

2024

## Evaluación del Potencial Eólico en la Isla Gorgona

La velocidad media anual del viento se utiliza comúnmente para evaluar el potencial de generación de energía eólica en sitios específicos; no obstante, esta medida no captura completamente las características del recurso eólico, lo que requiere analizar las variaciones de velocidad y dirección del viento tanto en la dimensión temporal como espacial (Michael C. Brower, 2012).

El área de estudio abarca una extensión de 78255 hectáreas que contienen el Parque Nacional Natural Gorgona, las características del viento se han obtenido de WindProspecting.com y Global Wind Atlas. WindProspecting.com proporciona mapas eólicos basados en el modelo GASP 1.0, con datos sobre la distribución de velocidad del viento, turbulencia y densidad del aire. El Global Wind Atlas aporta información sobre velocidad media del viento, densidad de potencia y rugosidad.

### Figura 1

*Área de caracterización del recurso eólico*



*Nota: La figura 1 muestra el área para la caracterización del potencial de generación de energía eólica para la isla Gorgona.*

### Caracterización del Viento en la Dimensión Temporal

La energía eólica disponible es proporcional al cubo de la velocidad del viento, por lo que pequeñas variaciones en esta pueden causar grandes diferencias en la energía generada (Manwell et al., 2009). Estas variaciones se miden en diferentes escalas temporales y se

representan mediante la distribución de frecuencia del viento, generalmente modelada con la distribución de Weibull (Burton et al., 2011). A escalas de segundos o menores, la velocidad del viento puede experimentar cambios rápidos y aleatorios, conocidos como turbulencia, además, conocer la dirección predominante del viento, representada en una rosa de vientos, permite optimizar la orientación de los aerogeneradores y minimizar el efecto estela entre turbinas (Ackermann, 2005).

### Distribución de Frecuencia de Velocidad de Viento en la isla Gorgona

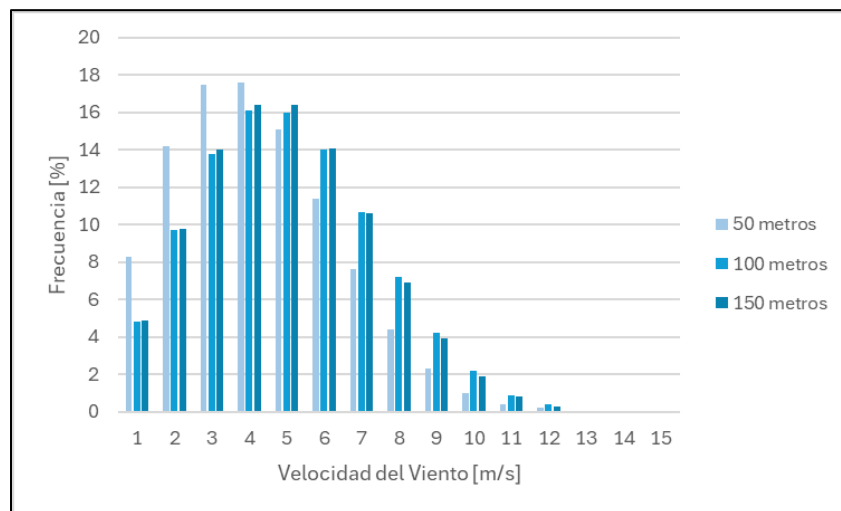
Para analizar la frecuencia de distintas velocidades del viento en la isla Gorgona durante un año, se utilizó la base de datos GASP 1.0.

### Distribución de Frecuencia de Velocidad de Viento en la isla Gorgona

Para analizar la frecuencia de distintas velocidades del viento en la isla Gorgona durante un año, se utilizó la base de datos GASP 1.0. Dado que una turbina eólica necesita alcanzar una velocidad de corte de arranque, generalmente entre 3 y 4 m/s para generar energía, el análisis de los datos se efectúa respecto a la velocidad de 4 m/s manteniendo un enfoque conservador. La información sobre la distribución de frecuencia de viento se presenta en la tabla 1 y figura 2.

#### Figura 2.

*Grafica de distribución de frecuencia de velocidad del viento en la isla Gorgona para alturas de buje de 50, 100 y 150 metros.*



*Nota: La figura muestra en porcentaje de tiempo total la distribución de frecuencia de velocidad del viento en la isla Gorgona para alturas de 50, 100 y 150 metros.*

Tabla 1

*Distribución de frecuencia de velocidad del viento respecto a la velocidad de corte de arranque de 4 m/s.*

<b>Altura en metros</b>	<b>velocidades menores a 4 m/s</b>	<b>Velocidades iguales a 4 m/s</b>	<b>Velocidades Mayores a 4 m/s</b>	<b>Operación estimada de la turbina</b>
<b>50</b>	40	17.6	42.4	60
<b>100</b>	28.3	16.1	55.6	71.7
<b>150</b>	28.7	16.4	54.9	71.3

*Nota. Esta tabla muestra los porcentajes de tiempo en los cuales la velocidad del viento sopla a velocidades menores, iguales o superiores a 4 m/s en el área de evaluación.*

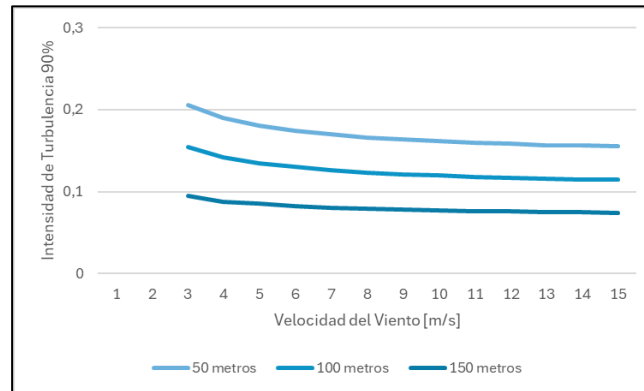
### **Estimación de la Turbulencia**

La estimación de la turbulencia se realiza a partir de la información suministrada por la base de datos GASP en WindPROSPECTING, esta información se presenta como el valor de intensidad de turbulencia por debajo del cual se encuentran el 90% de las observaciones para el conjunto de datos (percentil 90).

Se observa que la turbulencia disminuye con el incremento de la altura del buje, alcanzando un valor máximo del 20,6% a 50 metros. Además, se evidencia que, a alturas de 50, 100 y 150 metros, la turbulencia disminuye conforme aumenta la velocidad del viento.

### Figura 3

Percentil 90 de la intensidad de turbulencia efectiva en la isla Gorgona para alturas de buje de 50, 100 y 150 metros.



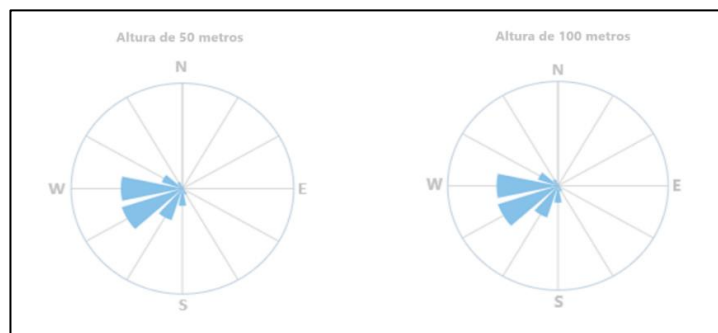
Nota: La figura representa el valor de la intensidad de turbulencia por debajo del cual se encuentran el 90% de las observaciones registradas en la isla Gorgona para alturas de 50, 100 y 150 metros

### Dirección Predominante del Viento

WindPROSPECTING proporciona información sobre la proporción de tiempo en que el viento sopla desde diferentes direcciones en el área de estudio, como se muestra en las rosas de vientos de las figuras 4 y en la tabla 2 correspondientes a alturas de 50 y 100 metros, respectivamente.

### Figura 4

Dirección predominante del tiempo en la isla gorgona para la altura de 50 y 100 metros.



Nota: La figura muestra la frecuencia porcentual del viento para cada dirección específica a una altura de 50 y 100 metros. (fuente: WindPROSPECTING).

Tabla 2.

*Dirección predominante del viento expresada en porcentaje de tiempo para el área de estudio.*

<b>Altura en metros</b>	<b>Sur-Sureste</b>	<b>Sur</b>	<b>Sur-Suroeste</b>	<b>Oeste-Suroeste</b>	<b>Oeste</b>	<b>Noroeste</b>	<b>Nor-Noroeste</b>
<b>50</b>	3.0	8.1	17.7	28.6	27.6	11.6	3.4
<b>100</b>	2.9	8	18.1	28.6	27.8	11.3	3.3

*Nota. La figura muestra la frecuencia porcentual del viento para cada dirección específica a una altura de 50 y 100 metros*

### **Características del Viento en la Dimensión Espacial**

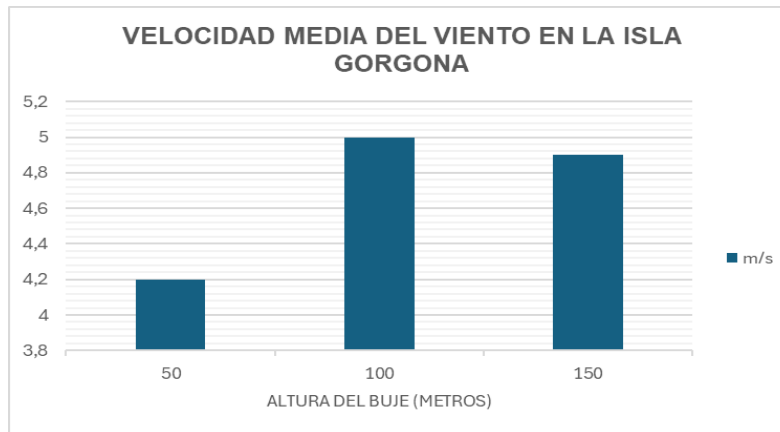
No obstante, La variación de la velocidad del viento con la altura está condicionada por la rugosidad del terreno, determinada por elementos como la vegetación, edificaciones y formaciones naturales. Adicionalmente, la densidad del aire, directamente proporcional a la energía eólica disponible, varía con la altitud, la temperatura y la presión atmosférica.

### **Velocidad Media del Viento en el Parque Nacional Natural Gorgona**

La información sobre esta característica se obtuvo de las bases de datos de GASP 1.0. Los datos corresponden a valores promedio de distribución de Weibull de la velocidad media del viento, calculados para alturas de 50, 100 y 150 metros, encontrándose velocidades medias de 4,2 m/s, 5 m/s y 4,9 m/s, respectivamente (véase figura X9). Se encontró que la longitud de rugosidad del terreno en la isla es de 1.5 metros, además de una densidad de aire de 1.134 kg/m<sup>3</sup>, 1.192 kg/m<sup>3</sup> y 1.124 kg/m<sup>3</sup> para alturas de 50, 100 y 150 metros respectivamente.

**Figura X5.**

*Velocidad media del viento en la isla Gorgona para alturas de 50,100 y 150 metros.*



*Nota: La figura muestra la velocidad media del viento calculada con la técnica de distribución de Weibull para alturas de buje de 50, 100 y 150 metros. (fuente: WindPROSPECTING).*

A pesar de que la velocidad del viento supera el umbral de arranque de las turbinas eólicas aproximadamente el 60 % del tiempo, la ejecución de un proyecto eólico en el área de estudio resulta inviable. Esto se debe a que las velocidades alcanzadas, aunque superiores al mínimo necesario para iniciar la generación, no son lo suficientemente elevadas para asegurar una producción energética constante, esto afectaría la rentabilidad y sostenibilidad de un posible proyecto. Sumado a esto se debe existen las limitaciones ambientales en el área de estudio asociadas a el área del Parque Natural Nacional Gorgona.

## Referencias

- Bloomberg New Energy Finance. (2020). *2020 levelized cost of energy report*.
- Burton, T., Jenkins, N., Sharpe, D., & Bossanyi, E. (2011). *Wind energy handbook* (2nd ed.). John Wiley & Sons.
- Gipe, P. (2004). *Wind power: Renewable energy for home, farm, and business*. Chelsea Green Publishing.
- Global Wind Energy Council. (2020). *Global wind report 2020*.
- Global Wind Energy Council. (2020). *Benefits of wind energy*.
- Global Wind Energy Council. (2021). *Global wind report 2021*.
- Global Wind Energy Council. (2020). *Wind energy and economic recovery in developing economies*.
- International Energy Agency. (2019). *Offshore wind outlook 2019*.
- International Energy Agency. (2020). *Renewables 2020*.
- International Renewable Energy Agency. (2020). *Wind energy report 2020*.
- International Renewable Energy Agency. (2020). *Renewable power generation costs in 2020*.
- International Renewable Energy Agency. (2020). *Renewable energy and jobs – Annual review 2020*.
- International Renewable Energy Agency. (2020). *Global renewables outlook 2020*.
- Landberg, L. (2015). *Meteorology for wind energy: An introduction*. Wiley.
- Manwell, J. F., McGowan, J. G., & Rogers, A. L. (2009). *Wind energy explained: Theory, design and application*. John Wiley & Sons.
- Pew Research Center. (2020). *Public opinion on climate change and energy*.
- U.S. Department of Energy. (n.d.). *Grid modernization and the smart grid*.
- Ackermann, T. (2005). *Wind power in power systems*. John Wiley & Sons.
- Brower, M. (2012). *Wind resource assessment: A practical guide to developing a wind*

*project*. Wiley.

Irwin, P. (2011). *Applied wind engineering for tall building structures*. Wiley.

Salameh, Z. (2014). *Renewable energy system design*. Elsevier.

Stoevesandt, B. (2019). *Handbook of wind energy aerodynamics*. Springer.

Gasch, R., & Twele, J. (2012). *Wind power plants: Fundamentals, design, construction and operation*. Springer.

Reiter, A., & et al. (2021). *Wind turbine icing: Physics and anti-/de-icing technology*. Springer.

Schaffarczyk, A. (2014). *Wind power technology: Current status and R&D needs*. Springer.

Spera, D. A. (2009). *Wind turbine technology: Fundamental concepts of wind turbine engineering*. ASME Press.

Hau, E. (2013). *Wind turbines: Fundamentals, technologies, application, economics*. Springer.

Polanka, M. D., et al. (2014). *Impact of insects on wind turbines*. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*.

Hansen, M. O. L. (2015). *Aerodynamics of wind turbines* (3rd ed.). Routledge.