

# Informe Técnico

## 4.1 Preguntas de Negocio e Integración

---

### P1. Causalidad y Redes

El Test de Causalidad de Granger entre el Factor de Potencia (Ener\_10) y el Voltaje (Ener\_9) mostró evidencia estadísticamente significativa a partir del rezago 3 ( $p < 0.05$ ).

Esto indica que variaciones en el Factor de Potencia preceden cambios en el Voltaje con un efecto retardado de aproximadamente tres periodos.

Sin embargo, el análisis de Betweenness Centrality mostró valores cercanos a cero para todos los nodos, lo que sugiere que la red no presenta un nodo estructuralmente dominante o "puente crítico".

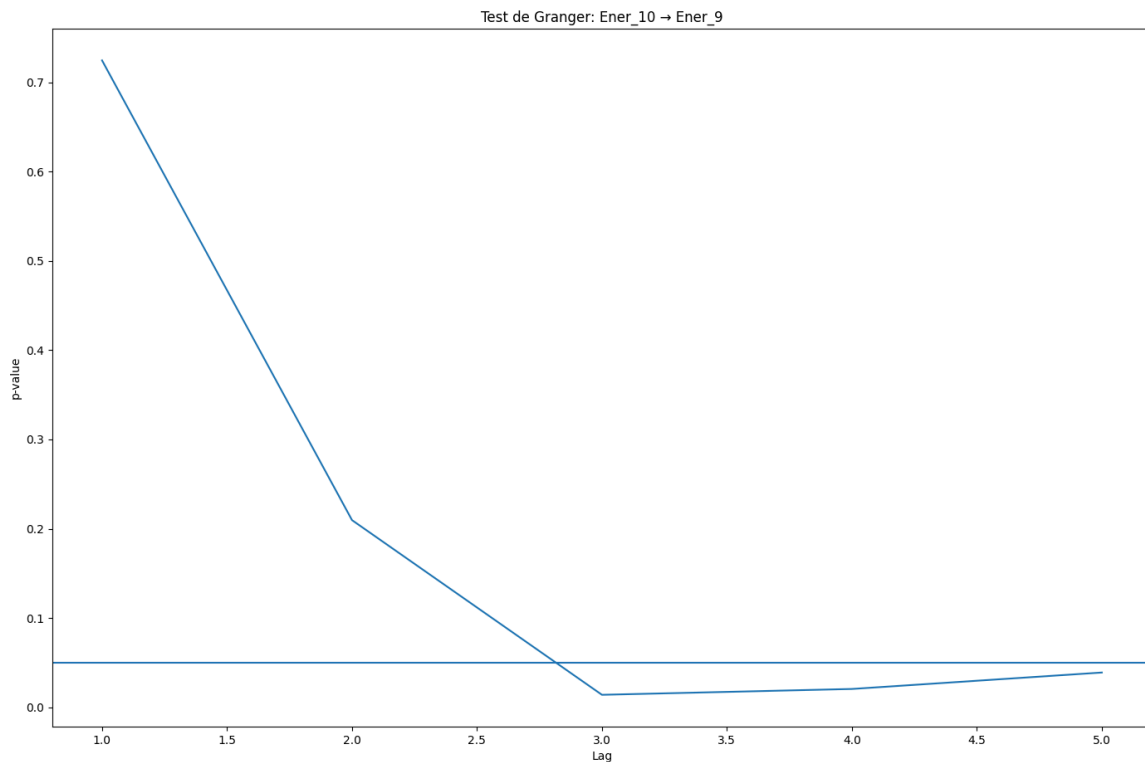
#### **Implicación estratégica:**

La estabilidad del voltaje depende más de la dinámica temporal del sistema que de la topología estructural del grafo.

Esto implica que el riesgo es sistémico y distribuido, no concentrado en un único nodo cuello de botella.

Por lo tanto, la estrategia de mitigación debe enfocarse en el monitoreo global del factor de potencia y no únicamente en reforzar un nodo específico.

Figure 1



## P2. Optimización Geo-Agrónoma

Para evaluar la posible relación entre el vigor vegetativo (NDVI – Agro\_5) y la intensidad del viento (Agro\_10), se realizaron tres análisis: un gráfico de dispersión, una comparación de varianzas y un análisis de distribución mediante boxplot.

### Análisis 1: Scatter Plot NDVI vs Viento

El gráfico de dispersión muestra una nube de puntos altamente dispersa sin una tendencia lineal clara. No se observa pendiente positiva ni negativa definida.

Esto indica que la correlación entre NDVI y viento es baja o cercana a cero.

### Análisis 2: Comparación de Varianza

Se comparó la varianza del viento entre dos grupos:

- NDVI bajo (cuartil inferior)
- NDVI alto (resto de observaciones)

Las varianzas resultaron similares en ambos grupos, lo que sugiere que la variabilidad del viento no cambia significativamente según el nivel de vegetación.

### **Análisis 3: Boxplot Comparativo**

El boxplot evidencia:

- Medianas prácticamente iguales entre grupos
- Rango intercuartílico (IQR) similar
- Presencia de outliers en ambos grupos

No se identifican diferencias estructurales en la distribución del viento entre zonas con bajo y alto NDVI.

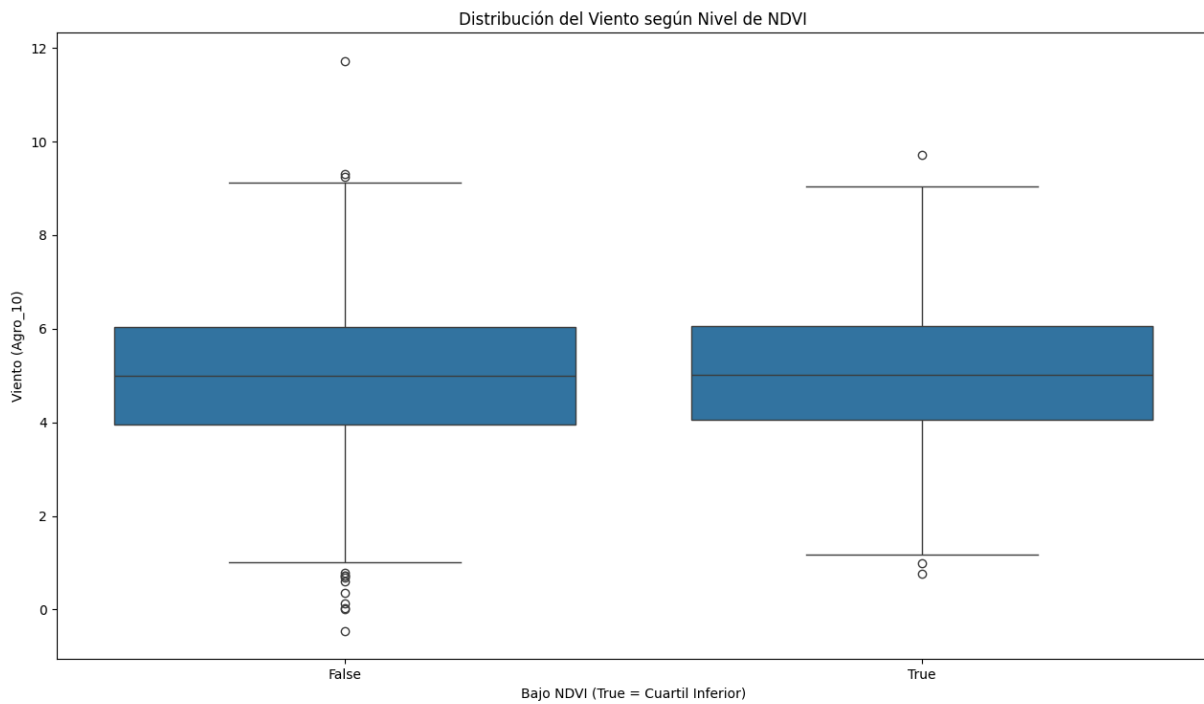
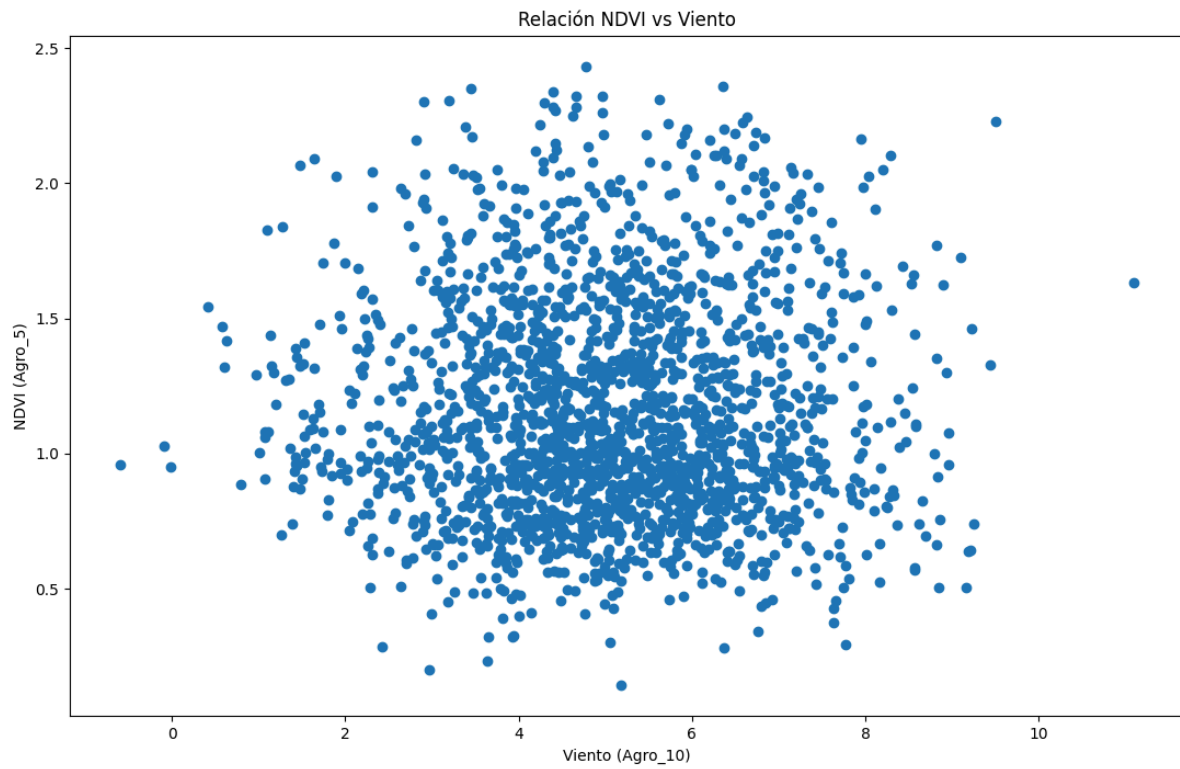
---

### **Implicación estratégica**

No se encuentra evidencia estadística ni visual de que el viento esté afectando directamente el vigor vegetativo (NDVI) en el dataset analizado.

Desde una perspectiva agrícola, el viento no parece ser un factor determinante en la variación del NDVI. Por lo tanto, las estrategias de gestión o predicción del rendimiento deberían enfocarse en otras variables climáticas o ambientales con mayor capacidad explicativa.

---



## P3. Analítica Predictiva

Se ajustaron dos modelos para predecir la Demanda Energética (Ener\_1):

1. **Modelo ARIMA base**
  2. **Modelo ARIMAX**, incorporando como variables exógenas:
    - Temperatura (Ener\_3)
    - Centralidad de intermediación (Betweenness Centrality) del nodo de origen
- 

### Comparación mediante AIC

El criterio AIC obtenido para ambos modelos fue prácticamente idéntico, como se observa en la gráfica comparativa.

Dado que el AIC penaliza la complejidad del modelo, esto indica que la inclusión de la centralidad del nodo no aporta una mejora significativa en la capacidad predictiva del modelo.

En otras palabras:

- $ARIMA \approx ARIMAX$  en términos de AIC
  - No hay reducción sustancial del error al incluir la variable de red
- 

### Comparación del Ajuste del Modelo

En la gráfica de ajuste:

- Las predicciones de ARIMA y ARIMAX se superponen casi completamente.
- No se observan diferencias estructurales en la capacidad de seguimiento de la serie real.
- La variabilidad capturada por ambos modelos es similar.

Esto confirma visualmente que la variable de centralidad no está agregando información predictiva relevante sobre la demanda.

---

## Conclusión Estratégica

Aunque la centralidad del nodo es relevante desde el análisis estructural de red, no mejora el desempeño del modelo de predicción de demanda energética en este dataset específico.

Desde una perspectiva de negocio:

- La demanda parece depender más de dinámicas temporales propias y variables climáticas (como temperatura).
- La importancia estructural del nodo dentro del grafo no tiene impacto directo en la predicción de consumo energético.

Por lo tanto, la inclusión de métricas de red en este caso no genera valor adicional en términos predictivos.

