

# Pronósticos Operativos UTE-FING Eólica-Solar.

23 de Mayo de 2018

# Contenido:

- 1 Pronósticos Operativos
- 2 Intervalos-Confianza
- 3 Desarrollos en Solar

# ¿Porque pronósticos de energía eólica y solar en Uruguay?

En las energías de flujo su valorización futura, los ingresos y egresos de divisas al país por importaciones y exportaciones así como las transacciones entre actores del sector energético, dependen de la información generada en tiempo real por los pronósticos, por eso la relevancia de los mismos. **ES ESTRATEGICO DISPONER DE PRONÓSTICOS OPERATIVOS DESARROLLADOS A NIVEL NACIONAL.** Y es muy bueno tener varias fuentes de información dada la etapa de desarrollo de energía eólica y solar en la que estamos.

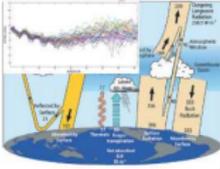
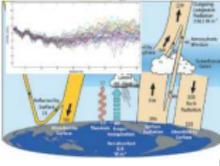
# ¿Porque pronósticos de energía eólica y solar en Uruguay?

En las energías de flujo su valorización futura, los ingresos y egresos de divisas al país por importaciones y exportaciones así como las transacciones entre actores del sector energético, dependen de la información generada en tiempo real por los pronósticos, por eso la relevancia de los mismos. ES ESTRATEGICO DISPONER DE PRONÓSTICOS OPERATIVOS DESARROLLADOS A NIVEL NACIONAL. Y es muy bueno tener varias fuentes de información dada la etapa de desarrollo de energía eólica y solar en la que estamos.

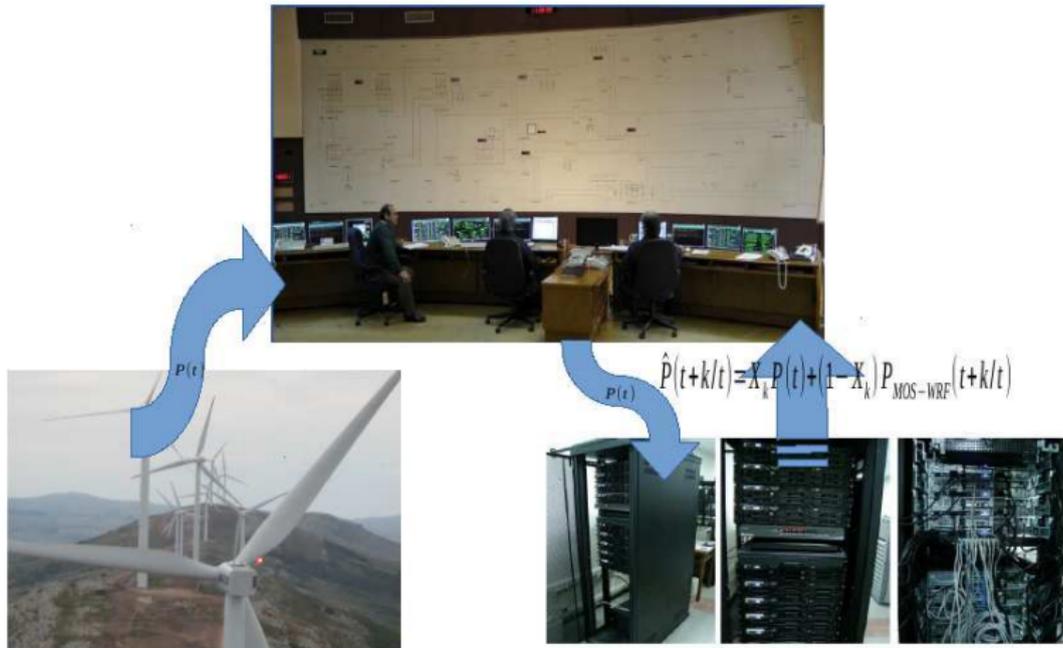
# Pronóstico de Energía eólica en Uruguay

- 2011.- ANII , FSE 2009, Desarrollo de herramientas de Predicción, de corta y muy corta duración de la Generación de Energía Eléctrica de origen eólico.
- 2012-2014.- ANII , FSE 2011 Fondo Sectorial de Energía-convocatoria 2011, FSE-1-2011-1-6562.
- 2012-2015.- **Convenio UTE FING: Implementación de un sistema de pronósticos de energía eólica a la red.**
- 2014-2015.- FSE 2013 FSE-1-2013-110975 "Aplicación de herramientas de HPC, ..., plantas fotovoltaicas.
- 2015.- Convenio de pasantías Unipampa-UdelaR. Desarrollo de un sistema híbrido de predicción de energía eólica para los parques eólicos del RS considerando diferentes resoluciones espaciales horizontales y modelos de capa límite planetaria
- 2015-2018 **Convenio UTE FING: Mantenimiento y mejora de los productos operativos de pronóstico.**
- 2018-2021 **Convenio UTE FING: Mantenimiento de productos y desarrollo de nuevos pronósticos**

# Hasta un horizonte de pronóstico k=6 horas

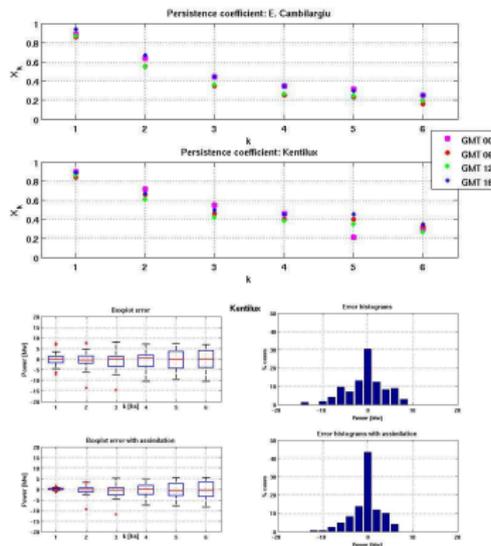
| Horizonte                            | Hasta 6 horas   | Hasta 12 horas   | Hasta 72 horas   | Hasta 240 horas   |
|--------------------------------------|---|--|--|---|
| Herramienta                          | Medidas de velocidad de viento asimiladas en modelos de circulación atmosférica de mesoescala | Potencia real asimilada combinada con modelos de circulación atmosférica de mesoescala | Modelos de circulación atmosférica de mesoescala                                   | Modelos de circulación atmosférica de mesoescala                                    |
| Frecuencia de disponibilidad posible | Cada una hora   | Cada 6 horas   | Cada 6 horas   | Una vez al día aunque es posible cada 6 horas                                       |
|                                      |              |       |  |  |

# Horizonte de pronóstico hasta 6 horas, considerar la potencia real $P(t)$ .

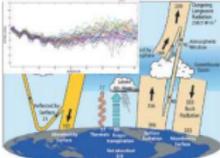
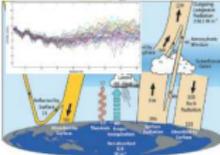


# Horizonte de pronóstico hasta 6 horas.

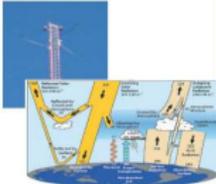
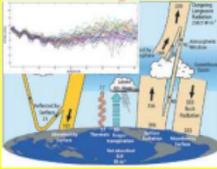
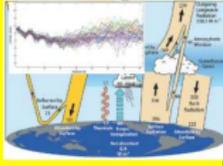
$$\hat{P}(t + k|t) = X_k P(t) + (1 - X_k) P_{num-atmos}(t + k|t)$$



# Hasta un horizonte de pronóstico k=12 horas

| Horizonte                            | Hasta 6 horas   | Hasta 12 horas   | Hasta 72 horas   | Hasta 240 horas   |
|--------------------------------------|---|--|--|---|
| Herramienta                          | Medidas de velocidad de viento asimiladas en modelos de circulación atmosférica de mesoescala | Potencia real asimilada combinada con modelos de circulación atmosférica de mesoescala | Modelos de circulación atmosférica de mesoescala                                   | Modelos de circulación atmosférica de mesoescala                                    |
| Frecuencia de disponibilidad posible | Cada una hora   | Cada 6 horas   | Cada 6 horas   | Una vez al día aunque es posible cada 6 horas                                       |
|                                      |              |       |  |  |

# Horizonte de pronóstico k=96 horas

| Horizonte                            | Hasta 6 horas   | Hasta 12 horas   | Hasta 72 horas   | Hasta 240 horas   |
|--------------------------------------|---|--|--|---|
| Herramienta                          | Medidas de velocidad de viento asimiladas en modelos de circulación atmosférica de mesoescala | Potencia real asimilada combinada con modelos de circulación atmosférica de mesoescala | Modelos de circulación atmosférica de mesoescala                                   | Modelos de circulación atmosférica de mesoescala                                    |
| Frecuencia de disponibilidad posible | Cada una hora   | Cada 6 horas   | Cada 6 horas   | Una vez al día aunque es posible cada 6 horas                                       |
|                                      |              |       |  |  |

# Descripción Modelo UTEP5

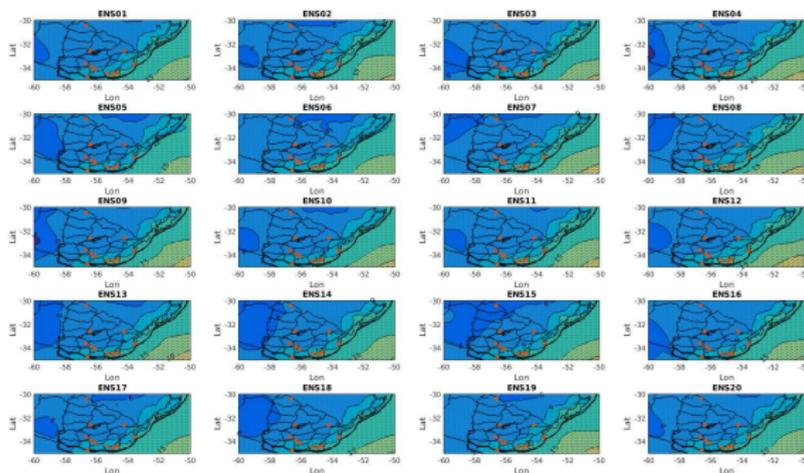
- Corridas de ensembles 20 miembros
- Global Ensemble Forecast System (GEFS) como condiciones iniciales del modelo WRF
- El conjunto de corridas toma como base la incertidumbre natural que hay en las observaciones meteorológicas, las cuales son utilizadas para inicializar los pronósticos del tiempo (análisis).
- Teoría del caos. “El aleteo de una mariposa tiene un efecto de cascada que puede llevar a grande vientos a miles de kilometros.”

# Descripción Modelo UTEP5

- Los ensembles intentan cuantificar la incertidumbre generando múltiples pronósticos con pequeñas perturbaciones de las observaciones originales.
- Técnica NCEP “bred vector” apunta a proveer de una muestra aleatoria de los errores del análisis, en el espacio del subconjunto donde los errores crecen más rápido.

# Evento 18 de Marzo de 2018, ciclón extratropical

## 20 corridas GFS-WRF



# Descripción del postprocesamiento del Modelo UTEP5

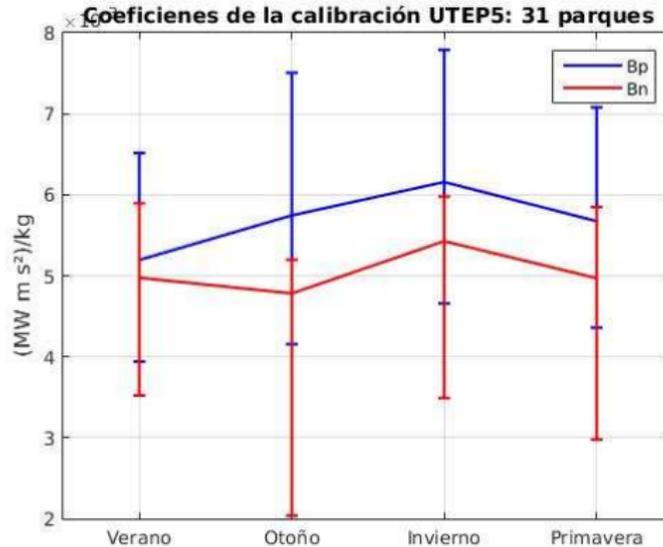
Cuando  $\frac{\hat{dT}}{dz} > 0$

$$\hat{C}F_h = a_p \cdot \frac{(\hat{\rho} \hat{V}^2)}{P_{INST}} \quad (1)$$

y cuando  $\frac{\hat{dT}}{dz} \leq 0$

$$\hat{C}F_h = a_n \cdot \frac{(\hat{\rho} \hat{V}^2)}{P_{INST}} \quad (2)$$

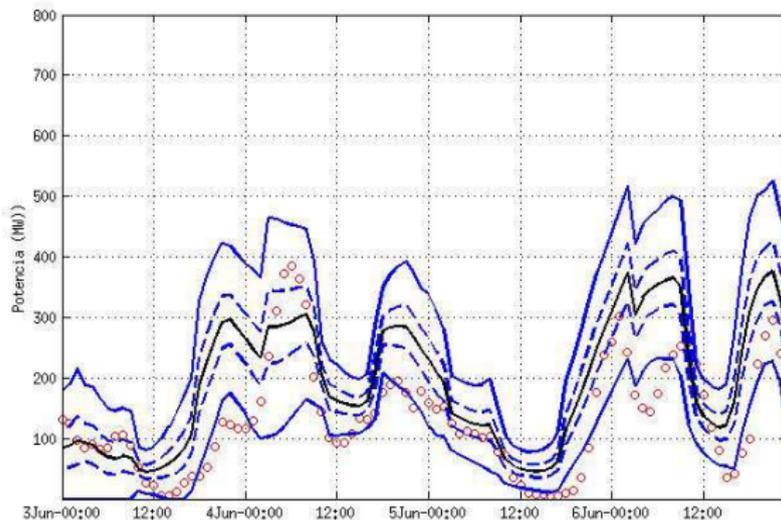
# Calibración estacional $\implies a_n, a_p$



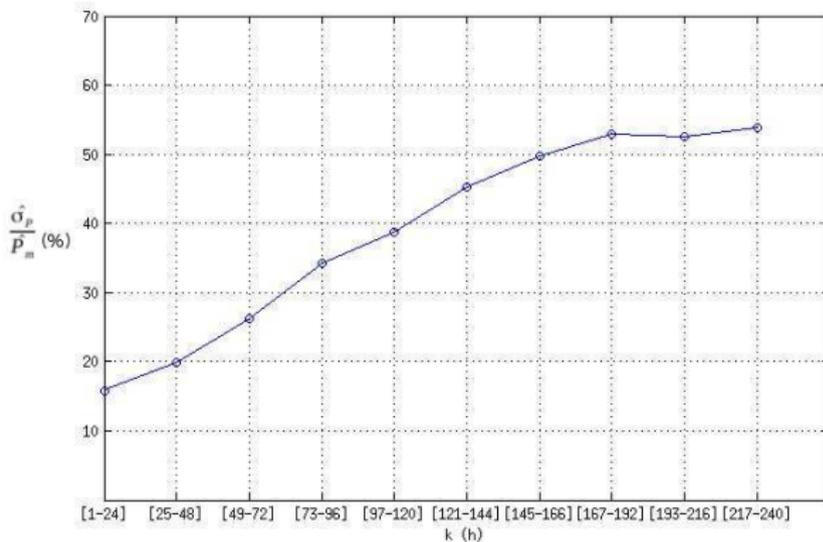
# Calculo de $N_\sigma$ , para cada horizonte de tiempo.

$$\hat{P}_m - N_\sigma \hat{\sigma}_p < P < \hat{P}_m + N_\sigma \hat{\sigma}_p$$

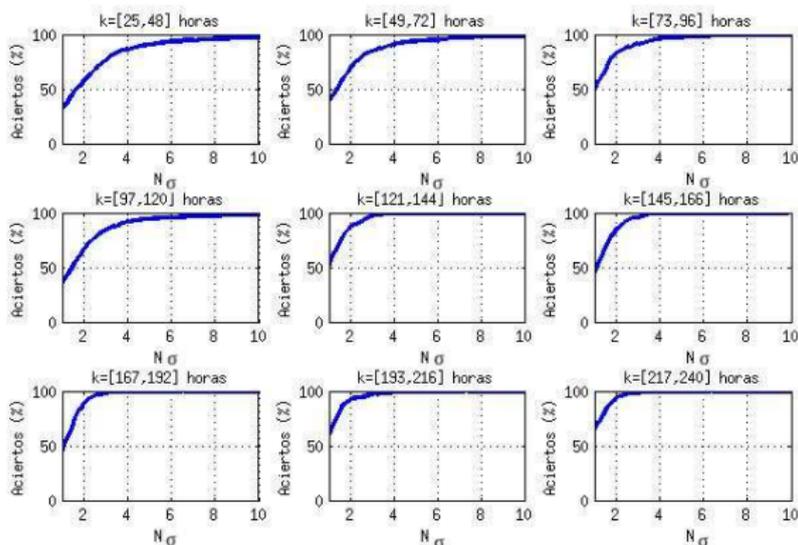
Rojo Pot-real; Azul discontinuo  $N_\sigma = 1$ ; Azul continuo  $N_\sigma = 3$



# Dispersión entre corridas Vs horizonte de tiempo



# Metodología - Intervalos de confianza $\implies N_{\sigma}$ .



# Estado del arte en predicción de radiación Solar

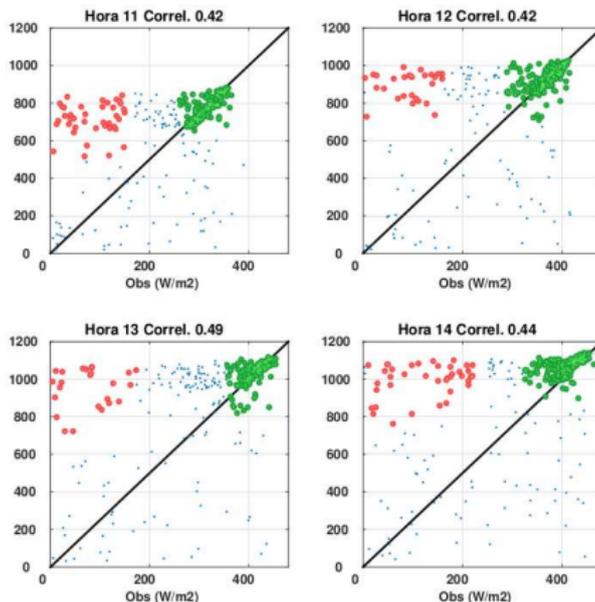
- Se trata fundamentalmente de predicción de nubes.
- La simulación y predicción de esta variable es mas difícil y esta menos desarrollada en comparación con otras (internacionalmente y en Uruguay).

# Estado del arte en predicción de radiación Solar

- Las predicciones de radiación solar en Uruguay presentan casos frecuentes de falsos pronósticos de radiación elevada.
- Esto se asocia con la subestimación sistemática de ocurrencia de nubes bajas. (Porrini y Gazes Boezio 2017).

# Estado del arte en predicción de radiación Solar

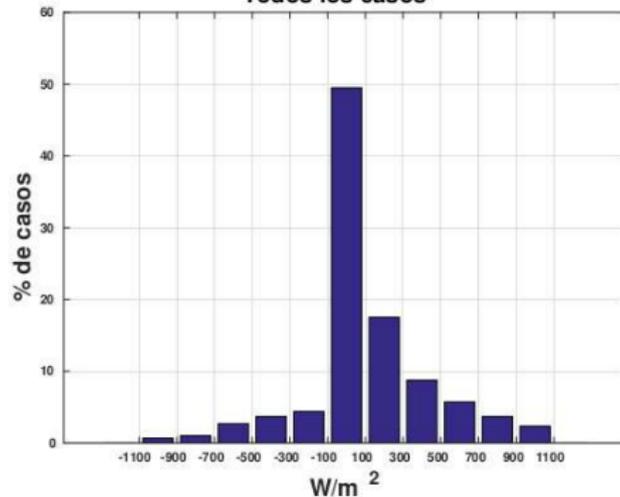
Scatter plot en Artigas (pron. Vs obs.), Verano, notar falsos pronósticos de elevada insolación.



# Histograma de errores.

## Histograma descentrado.

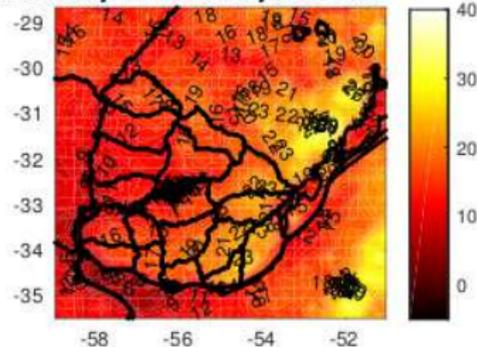
Todos los casos



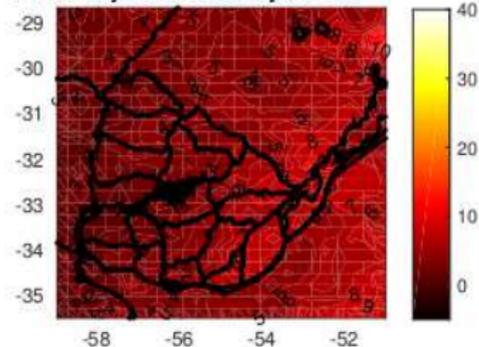
# Salidas del WRF y visualización de imágenes satelitales.

Subestimación de nubes bajas, asociadas a la ABL.

Porcentaje de nubes bajas MODIS

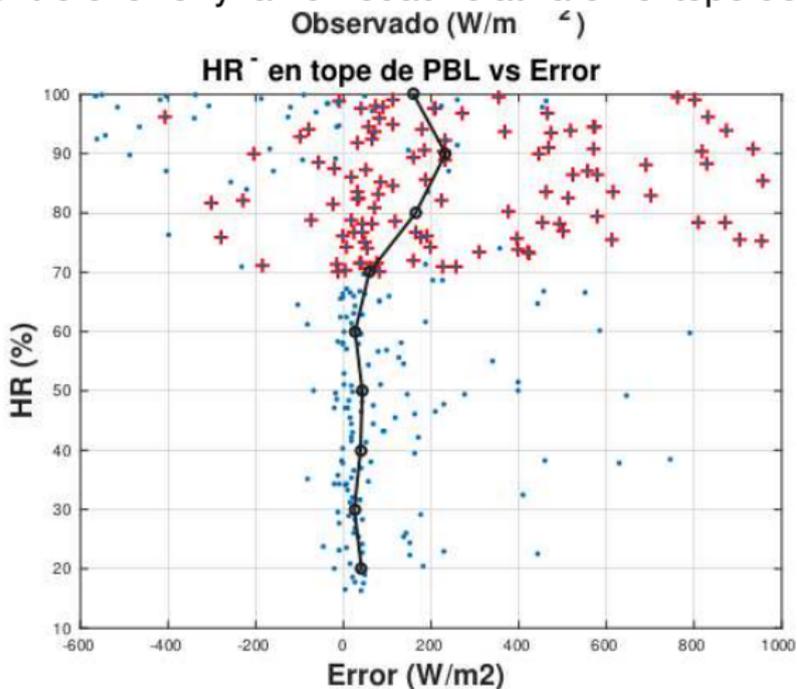


Porcentaje de nubes bajas WRF



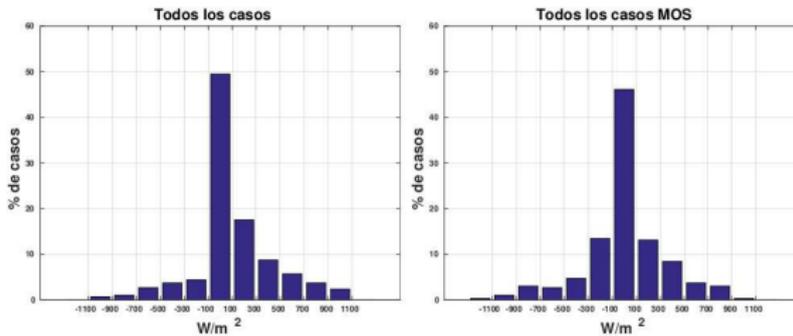
# Análisis del error.

Relación entre el error y la humedad relativa en el tope de la ABL



# MOS ajuste.

Efecto de corrección considerando umbral de radiación y HR en el tope de la ABL.



# Avances conceptuales en MOS.

Se encuentra que la humedad relativa próxima al tope de la PBL puede anticipar probabilidades elevadas de subestimación de nubes bajas.

## Conclusiones- Solar

- Se hace necesario mas trabajo, tanto en mejorar las parametrizaciones de los modelos regionales como en utilizar modelos LES acoplados con los mismos.
- Esto permite otras aplicaciones (por ejemplo mejoras de estudios de cargabilidad).