



CRITERIO FISICOMATEMÁTICO PARA OPTIMIZACION DEL FUNCIONAMIENTO DE SISTEMAS CON ENERGÍA SOLAR

Konverski, P. N.¹; Ortega, R. G.¹; Fasoli, H. J^{1,2}

¹ Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Catamarca, Av. Belgrano 300, CP 4700, Catamarca, Argentina

² Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, Pontificia Universidad Católica Argentina.

E-mail del Autor: pnkonverski@exactas.unca.edu.ar

Dependencia temporal de la prestación de energía e Hidrógeno

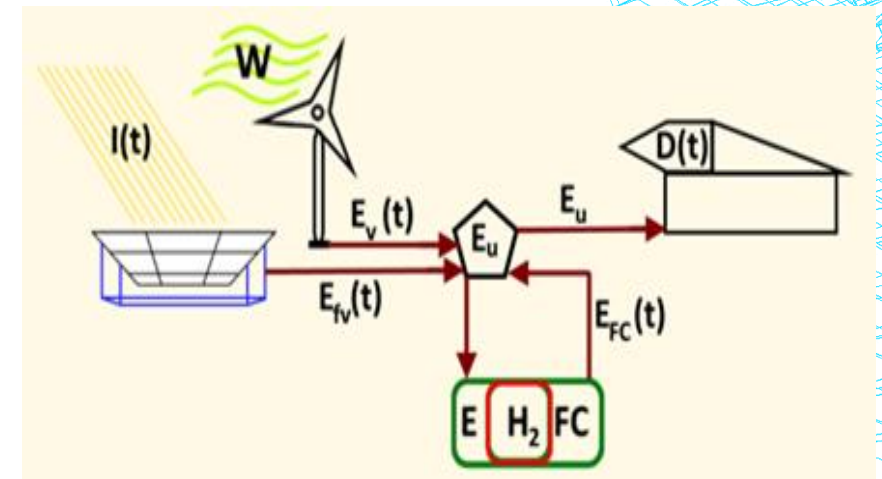
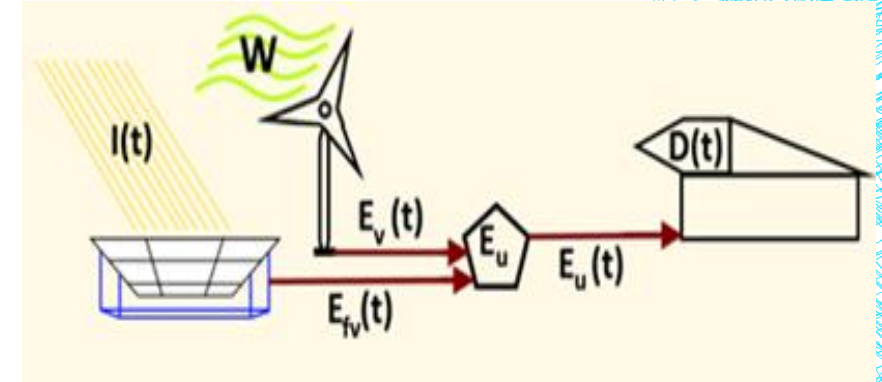
La potencia útil posee variabilidad dependiente de la disponibilidad de recursos primarios.

La inyección de potencia es en tiempo real por no poseer un reservorio energético como mecanismo de control.

La prestación de energía es muy diferente si se compara el comportamiento entre las estaciones de verano e invierno.

Permite acumular excedentes de energía al convertir parte de la generación en un 2^{do} vector energético como elemento amortiguador o reservorio de energía, para usos posteriores.

Los excedentes de generación solar pueden ser retenidos para su utilización en época invernal donde el recurso primario es más escaso. Se requiere predicción del recurso para planificación a mediano plazo.

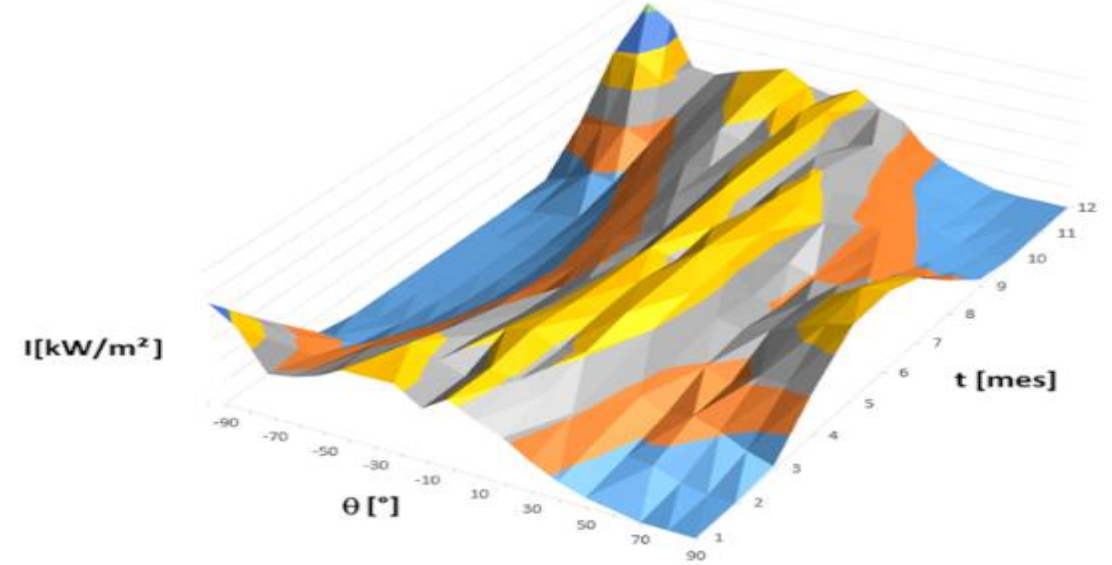
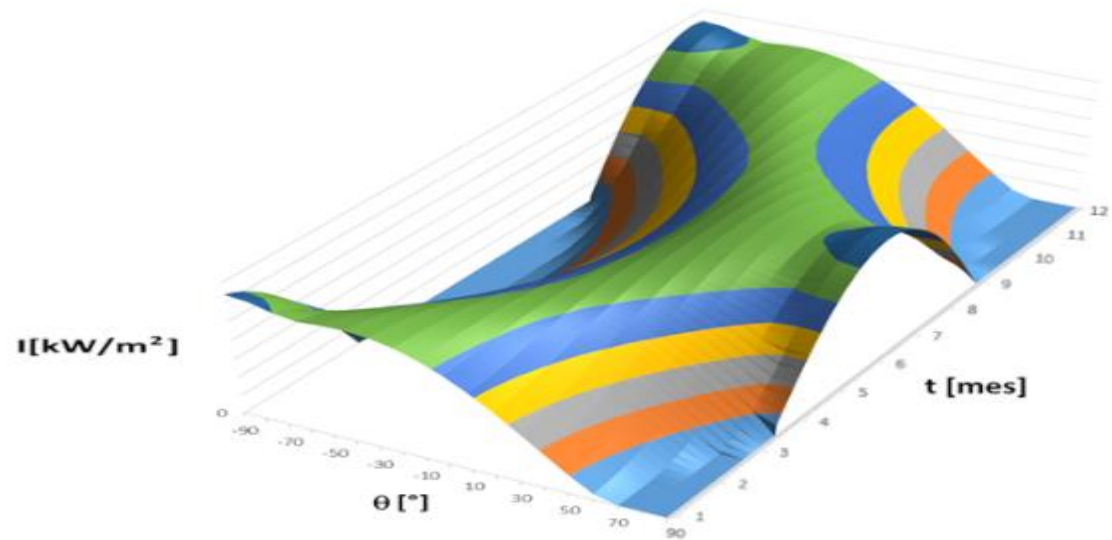


Marco teórico

Irradiancia global

$$\sum I' = \frac{I_0}{\rho^2} \int_{-t_0}^{t_0} K_T [\sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos (\omega t)] dt$$

Series originadas en los flujos geoestacionarios de datos de irradiancia solar en tope de atmósfera e información horaria de CERES por aplicación del modelo de transferencia radiativa de Fu-Liou-Jordan para el año 2020:

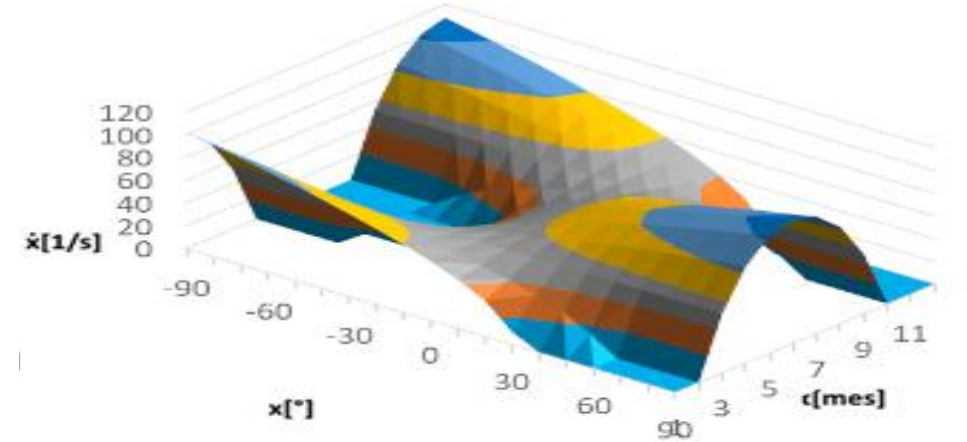
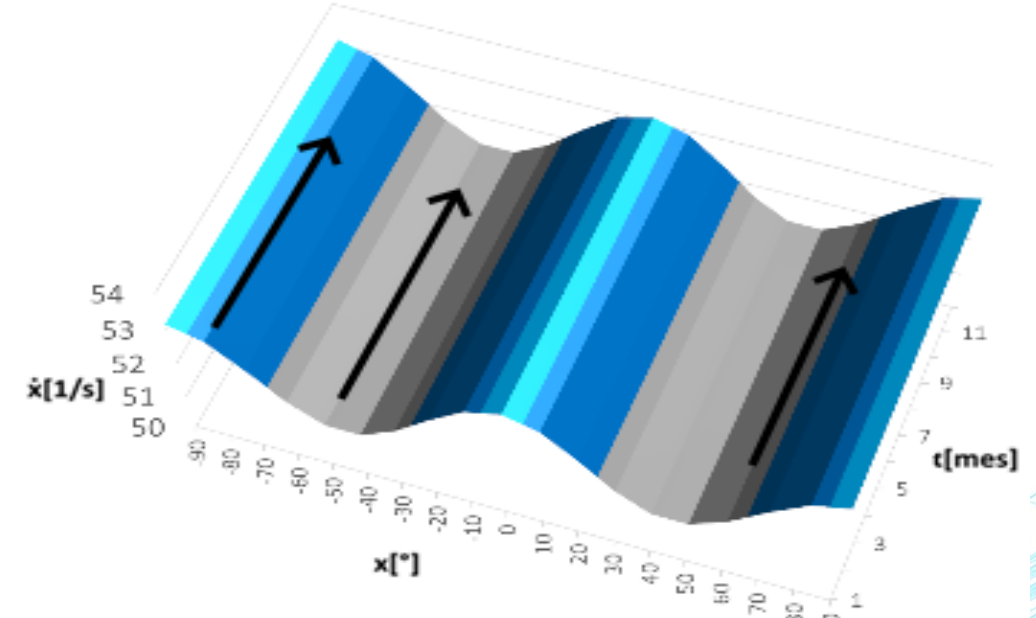


Comportamiento esperado en los SE autónomos

$$\dot{x} = \pm \sqrt{\frac{2}{mr^2} [E_m + mr^2 \omega_0^2 \cos(x)]}$$

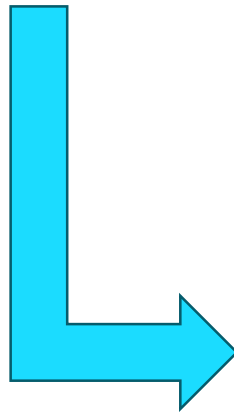
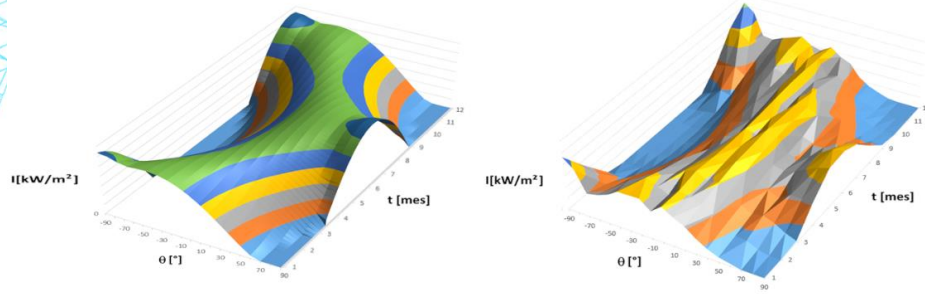
Irradiancia como fenómeno pendular

$$\dot{x}_{perturbado} = \pm \sqrt{\frac{2}{mr^2} [E_m - mr^2 f(t)x + mr^2 \omega^2 \cos(x)]}$$

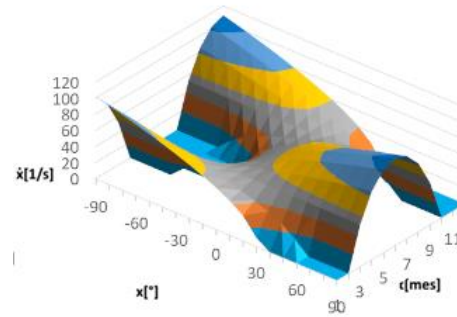


Modelo propuesto: Relación de energías dentro de un SE

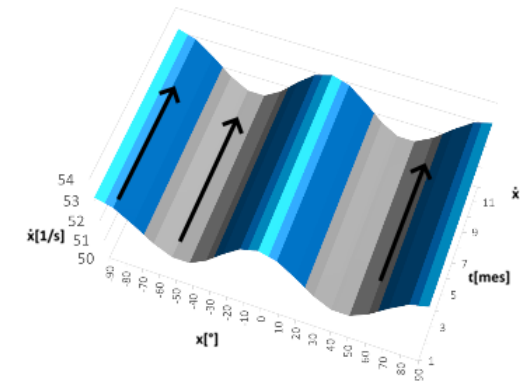
$$E_{solar\ disponible}(\theta; t) = \bar{E}_{máximo\ solar}(\theta) - E_{variación\ estacional}(\theta; t)$$



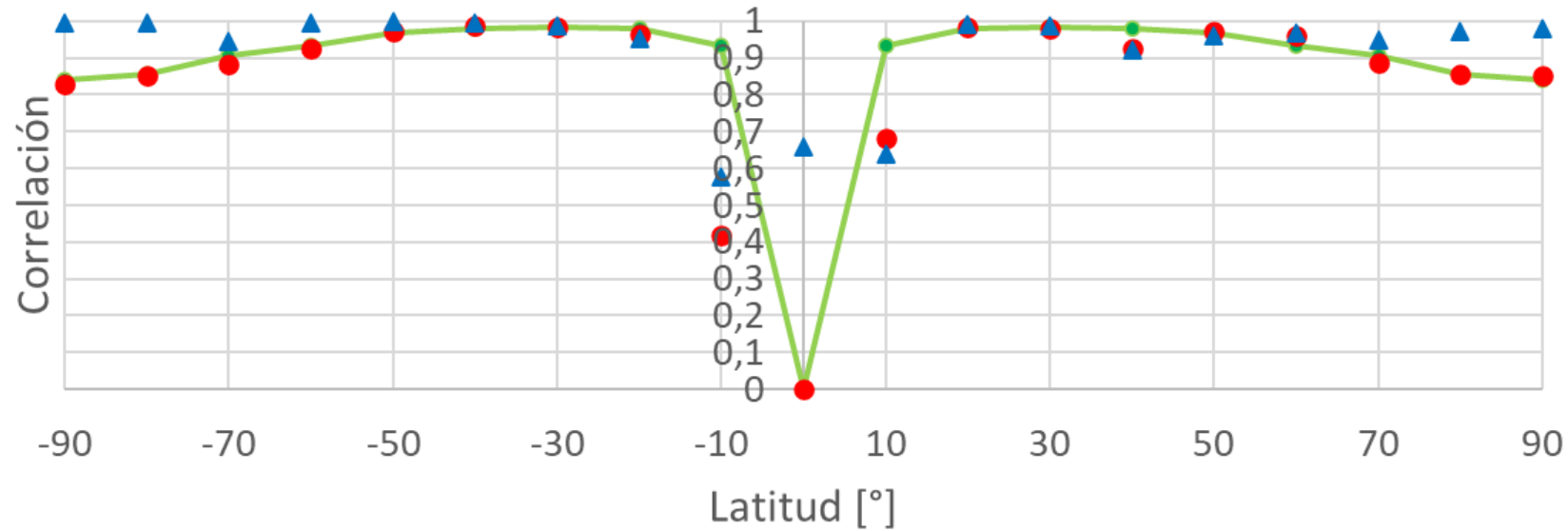
$$E_{disponible}(\theta) = E_{solar\ disponible}(\theta; t) + E_{almacenada}(t)$$



$$E_{disponible}(\theta) = E_{máxima}(\theta) = E_{inicial}(\theta)$$



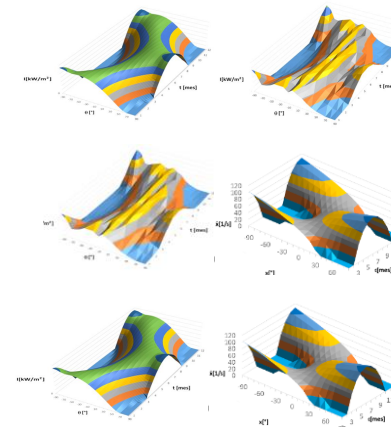
Análisis de correlación entre datos experimentales y el modelo físico-matemático propuesto



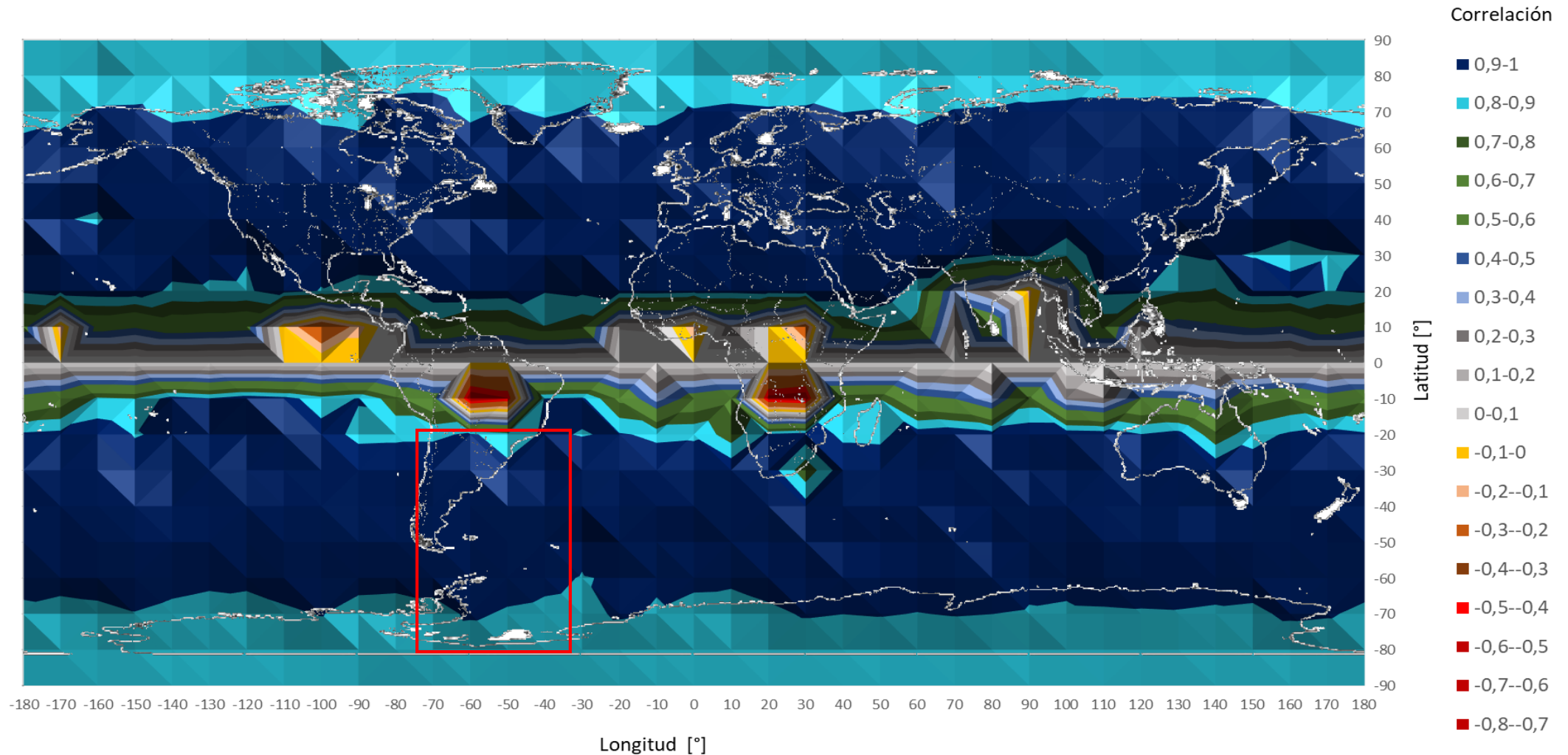
▲ Irradiación POWER-NASA vs Irradiación sin atmósfera

● Irradiación POWER-NASA vs Péndulo perturbado

—●— Péndulo perturbado vs Irradiación sin atmósfera



Correlación entre datos experimentales y el modelo pendular perturbado en año 2020.



Conclusiones

Los modelos físicos teóricos con índice de claridad atmosférica requieren el conocimiento de gran cantidad de variables, a diferencia del **modelo pendular** que **usa una función armónica basada en irradiación promedio con correcciones** de fase y período anual.

El retrato de fase del oscilador armónico, característico de un SSEE autónomo, se altera **con perturbaciones armónicas, similar a lo observable en la irradiación mensual media** en la superficie terrestre.

El recurso solar en muchas regiones **puede calcularse con una expresión matemática sencilla y con alta correlación con los datos** (84,1% en zonas polares y 98,4% en latitudes tropicales), útil **para predicción de la generación** fotovoltaica **a mediano plazo y planificación de SSEE** solares.

Conclusiones

El modelo del oscilador armónico perturbado **ayuda a determinar el requerimiento de capacidad de generación y de almacenamiento** en un SSEE híbrido que se sirve de recursos variables, **eliminando la intermitencia en la generación de potencia útil**; restringiéndola a la generación y almacenamiento del recurso secundario.

Los SSEE quedan descriptos como un **sistema físico** con dinámica similar a la **de un oscilador armónico**, sugiriendo su utilidad como **herramienta de cálculo en el proceso de planificación y su dimensionamiento**.



Agradezco la gran ayuda de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Catamarca.

Esto lleva a la etapa de preguntas.

Ante cualquier consulta puede ponerse en contacto:

pnkonverski@exactas.unca.edu.ar