

# APLICACIÓN DE DATOS RETICULADOS DISCRETOS DE TEMPERATURA Y PRESIÓN ATMOSFÉRICA PARA LA DETERMINACIÓN DE VOLUMEN DE GAS NATURAL DISTRIBUIDO EN REDES.

Ulises Pablo Daniel Gonzalez<sup>1,2</sup>, María Mercedes Poggi<sup>1,3</sup>  
[ugonzalez@smn.gob.ar](mailto:ugonzalez@smn.gob.ar)

<sup>1</sup>Servicio Meteorológico Nacional (SMN)

<sup>2</sup> Departamento de Ingeniería, Universidad Nacional de Tres de Febrero (UNTREF)

<sup>3</sup> Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos (FCEyN, UBA)

**Palabras clave:** hidrocarburos, sector energía, variables termodinámicas.

## 1) INTRODUCCIÓN

Argentina tiene una matriz energética fuertemente dependiente de hidrocarburos. El gas natural distribuido en redes representó en 1990 el 39,25% ( $164.980 \frac{dam^3}{año}$ ) de la oferta de la energía secundaria del país, mientras que en 2020 resultó en un 47,25% ( $363.900 \frac{dam^3}{año}$ ). Es decir que en 30 años la demanda se incrementó en un 45%, y es de esperar que este crecimiento sea mayor en los próximos años a raíz de la consolidación y federalización del Plan Gas<sup>1</sup> y la puesta en funcionamiento del gasoducto Néstor Kirchner.

El Ente Nacional Regulador del Gas (ENARGAS), mediante la Resolución N° I-4313/17, establece el reglamento y las condiciones generales del servicio de distribución para todo el territorio nacional. La normativa dispone el mecanismo para la determinación del volumen de gas a facturar, discriminando entre: **a)** consumos registrados con instrumento electrónico de corrección (Presión (P) > 0,5bar y caudal (Q) >  $9.000 \frac{m^3}{mes}$ ) y **b)** consumos registrados sin instrumento electrónico de corrección (P <= 0,5bar o Q <=  $9.000 \frac{m^3}{mes}$ ). El volumen a facturar por las distribuidoras se obtiene de (1):

$$V(m^3) = V_{Desp} * F_T * F_P * F_Z \quad (1)$$

Donde  $V_{Desp}$  es el consumo registrado en dispositivo estándar de medición,  $F_T$  factor de temperatura,  $F_P$  factor de presión y  $F_Z$  factor de compresibilidad.

La Resolución establece que para los b), personas usuarias residenciales, se debe determinar los factores mencionados ut supra utilizando datos mensuales de los últimos 5 años provistos por estaciones oficiales del SMN. En  $F_T$  se considera válido el uso de la temperatura ambiente como estimación de la temperatura del gas. La temperatura absoluta promedio ponderada se obtiene de (2):

$$T[K] = \frac{V(total)}{\sum_{i=1}^{60} \frac{V_i}{T_{mes_i}}} \quad (2)$$

Donde,  $V(total) = \sum_{i=1}^{60} V_i$  es el volumen de gas facturado sin corrección de los últimos 5 (cinco) años,  $V_i$  es el volumen de gas facturado sin corrección en el mes (i) y  $T_{mes_i}$  es la temperatura media del mes (i). Luego, para establecer  $F_T$ , el valor de T [K] obtenido es el denominador que divide a las condiciones estándar de temperatura, 288,15 K.

Para el caso del  $F_P$ , esta se debe calcular considerando la presión barométrica promedio anual, obtenida del promedio de las presiones diarias, también de los últimos 5 años y en un cociente con la presión estándar de referencia, 1,01325 bar.

---

<sup>1</sup> Decreto N° 892/2020

$$F_P = \frac{P_{barom} (bar) + P_{man} (bar)}{1,01325 \text{ bar}} \quad (3)$$

Donde,  $P_{Barom}$  es la presión barométrica o atmosférica promedio determinada para el lugar o calculada a partir de la presión de referencia y la altitud del lugar respecto al nivel del mar (bar) y  $P_{man}$  es la presión manométrica de medición,  $P_{man} \approx 0,019 \text{ bar}$ .

Es dable destacar que la Resolución propone, ante la ausencia de información oficial, la utilización de una ecuación teórica para determinar la presión barométrica en (3). Tanto  $F_T$  y  $F_P$  serán de aplicación anual y únicos para cada zona o localidad.

Según el AGA<sup>2</sup>, para los consumos residenciales con  $P_{man} \leq 0,5 \text{ bar}$ , el factor de compresibilidad es  $F_z = 1$ .

## 2) OBJETIVOS

- Proponer y elevar una actualización de la normativa técnica que reglamenta la medición de volumen de gas natural al ENARGAS.
- Establecer una metodología para el cálculo de los factores que determinan el volumen de gas natural a facturar utilizando datos reticulados e interpolados de temperatura y presión, con una periodicidad mensual en aquellas áreas sin información proveniente de estaciones meteorológicas.

## 3) DATOS Y METODOLOGIA PROPUESTA

Tras el análisis de la normativa, la evaluación de escenarios preliminares y considerando que las variables presión atmosférica y temperatura presentan variabilidad por cuestiones orográficas, y climáticas estacionales e interanuales, se desarrolló una propuesta a elevar a la mesa de innovación tecnológica del ENARGAS. Ésta permitirá ajustar, corregir y calibrar  $F_T$  y  $F_P$  en áreas con servicios de gas y carencia de datos oficiales del SMN. En el análisis realizado se consideró como ejemplo las provincias de Mendoza y Catamarca.

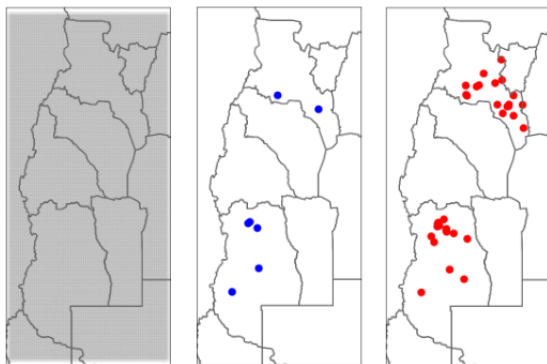


Figura 1: Retícula horizontal del ERA5-Land (izq.), coordenadas de estaciones convencionales (centro) y de los municipios considerados (der.).

Para la nueva metodología de corrección, se utilizaron los datos mensuales de temperatura a 2m y presión en superficie del ERA5-Land (Muñoz-Sabater, 2019) o de la estación convencional más cercana como sustitutos de las observaciones en los municipios para cálculo de factores  $F_T$  y  $F_P$ . Se consideró una interpolación por el vecino más próximo para asignar los valores a las coordenadas pretendidas.

El ERA5-Land es un conjunto global de datos derivado del reanálisis de quinta generación del Centro Europeo de Predicciones Climáticas a Plazo Medio. Incluye una serie de mejoras como la corrección por elevación para el estado

termodinámico cerca de la superficie y una resolución horizontal aumentada de aproximadamente 9 km. Esto lo hace más preciso para todo tipo de aplicaciones terrestres, y especialmente útil para la sustitución de observaciones en regiones con escasa cobertura de estaciones en superficie.

<sup>2</sup>American Gas Association Report AGA N°8 del año 1992 “Compressibility Factors of natural Gas and other related hydrocarbon gases”,

Si bien es de esperar que las estimaciones de la temperatura y presión, variables asimiladas por el reanálisis, se asemejen a los valores reales medidos, éstas pueden presentar sesgos que deben ser determinados y evaluados. La falta de correspondencia entre los datos reales y los estimados depende fuertemente de la densidad de observaciones a ser asimiladas.

Para identificar los errores asociados a la utilización de ERA5-Land en la sustitución de observaciones, se compararon las mediciones de las estaciones convencionales del SMN con los datos obtenidos mediante este reanálisis y la interpolación por el vecino más próximo en el período 1981-2020, y se calcularon el error cuadrático medio (RMSE, por sus siglas en inglés), error absoluto medio (MAE, por sus siglas en inglés) y el coeficiente de correlación de Pearson (R). A su vez, se consideró la estación Sierra de Ancasti del Sistema Nacional de Radares Meteorológicos (SINARAME) para la comparación, pero los datos disponibles son de un período menor, de 2019 a 2020.

#### 4) RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En la Tabla I se presentan los valores de RMSE, MAE y R, resultantes de la comparación.

Nombre de estaciones	Temperatura a 2m			Presión en superficie		
	MAE (°C)	RMSE (°C)	R	MAE (hPa)	RMSE (hPa)	R
Catamarca Aero	1,67	1,859	0,992	9,473	9,578	0,908
Malargüe Aero	2,779	3,096	0,986	14,616	14,752	0,6
Mendoza Aero	1,411	1,625	0,993	10,85	12,158	0,364
Mendoza Observatorio	2,599	2,727	0,991	37,058	37,274	0,5
San Martín (Mza)	0,806	0,935	0,995	0,776	0,911	0,943
San Rafael Aero	0,473	0,606	0,995	6,005	6,059	0,938
Tinogasta	2,075	2,368	0,988	11,066	11,193	0,689
Sierra de Ancasti	3,037	3,193	0,971	54,379	54,385	0,746

*Tabla I: Valores de RMSE, MAE y R entre los datos mensuales medidos y los estimados a partir del ERA5-Land.*

Todas las correlaciones resultaron significativas; los mayores valores se obtuvieron para la temperatura. Aún con deficiencias, los datos provenientes del ERA5-Land mostraron buen desempeño en representar el comportamiento mensual de ambas variables, especialmente para la temperatura.

Esta propuesta permitirá actualizar e innovar la normativa del ENARGAS, brindando datos calibrados mensuales para el cálculo de los factores  $F_T$  y  $F_P$  en localidades donde se carece de información oficial del SMN. De esta manera, el volumen de gas facturado tendrá en consideración las condiciones termodinámicas del período efectivo en el que se consumió el recurso.

#### REFERENCIAS

**Muñoz Sabater, J., 2019:** ERA5-Land monthly averaged data from 1981 to present. Copernicus Climate Change Service (C3S) Climate Data Store (CDS). (Accessed on 15-05-2022), 10.24381/cds.68d2bb3.