

## Impacto de la aplicación de buenas prácticas en el uso de calefacción tradicional y renovable en la Patagonia Argentina.

Alfarano, Javier\*; Pereyra Guaycochea, Martina Nicolle; Moreno, Valeria Karina  
Director: Coggiola, Mauricio

*Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Córdoba. Grupo GICAPP.  
Maestro M. López esq. Cruz Roja, CP 5016, Córdoba, Argentina. utnpid2020@gmail.com*

### RESUMEN.

El presente proyecto se basa en determinar el consumo energético de los hogares en la Región Patagónica de la República Argentina, con el objetivo de establecer parámetros de mejora que puedan ser implementados en busca de la optimización del consumo y del uso de los recursos.

Dentro de la Patagonia, se pueden distinguir dos regiones diferenciadas por las temperaturas invernales, que constituyen un factor determinante en el consumo de gas natural. Neuquén, Río Negro y Chubut constituyen la Región Norte de la Patagonia y comparten similares temperaturas durante el invierno. La Región Sur Patagónica, comprende las provincias de Santa Cruz y Tierra del Fuego, y por su latitud, posee el clima más extremo [1] [2].

Se observa en un análisis preliminar que el mayor consumo energético se encuentra en el uso de gas natural para calefacción [4]. Es debido a esta climatología extrema que el consumo de gas natural en la Región es aproximadamente cinco veces mayor respecto al de las provincias que constituyen las Regiones Norte y Centro del país [4].

Por este motivo, se elaborará una propuesta de implementación de energías renovables para la calefacción de los hogares, obteniendo como resultado una reducción en el consumo de combustibles fósiles. Lo que se pretende es reemplazar un porcentaje de gas natural por la utilización de biomasa sólida [12].

Finalmente se cuantificará el impacto positivo de estas acciones en el medio ambiente y el ahorro económico respecto a las tarifas [13].

**Palabras Claves:** Biomasa, Calefacción Renovable, Región Patagonia.

### ABSTRACT.

This research project is based on the determination of the energy consumption of households located in the Patagonian region of Argentina. The main objective is to develop several improvement parameters that can be implemented in order to achieve the optimization of consumption and the use of renewable and non-renewable resources.

Two different regions can be distinguished within Patagonia, differentiated by the level of winter temperatures, which are the main determining factor in natural gas consumption. Neuquén, Río Negro, and Chubut constitute the Northern Region of Patagonia and share similar temperatures during winter. The South Patagonian Region includes the provinces of Santa Cruz and Tierra del Fuego, and due to its latitude, it has the most extreme climate [1] [2].

In a preliminary analysis, it is perceived that the highest energy consumption at a household level can be found in the use of natural gas for heating [4]. This extreme weather is the principal factor in the determination of the consumption of natural gas in the region, which is approximately five times higher than the natural gas consumption of the northern and central regions of the country [4].

For this reason, one of the main objectives of the project is the development of a technical proposal for the implementation of renewable energies for heating households. The expected results are a reduction in the consumption of fossil fuels with the aim to substitute a percentage of natural gas with the use of solid biomass [12]. Finally, the positive impact of these actions on the environment will be measured [13].

**Key Words:** Biomass, Renewable Heating, Patagonian Region.

## 1. INTRODUCCIÓN

Dentro de la Patagonia Argentina, se pueden distinguir dos regiones diferenciadas por las temperaturas invernales, que constituyen un factor determinante en el consumo de gas natural.

Neuquén, Río Negro y Chubut constituyen la Región Norte de la Patagonia y comparten similares temperaturas durante el invierno. La Región Sur Patagónica, comprende las provincias de Santa Cruz y Tierra del Fuego, y por su latitud, posee el clima más extremo [1] [2].

Se observa en un análisis preliminar que el mayor consumo energético se encuentra en el uso de gas natural para calefacción. Esta información se obtiene del análisis de los datos provenientes de diversos organismos oficiales, como el servicio meteorológico y el ente nacional de gas natural (ENARGAS), entre otros [2] [4]. Es debido a esta climatología extrema que el consumo de gas natural en la Región es aproximadamente cinco veces mayor respecto al de las provincias que constituyen las Regiones Norte y Centro del país [4].

Por ello, se pretenden establecer alternativas sostenibles a este consumo, ya que es uno de los principales motivos de generación de gases de efecto invernadero en la región [13].

Se elaborará una propuesta de implementación de energías renovables para la calefacción de los hogares, obteniendo como resultado una reducción en el consumo de combustibles fósiles. Lo que se pretende es reemplazar un porcentaje de gas natural por la utilización de biomasa sólida [12].

### 1.1. Objetivo General.

El presente proyecto se basa en determinar el consumo energético de los hogares en la Región Patagónica de la República Argentina, con el objetivo de establecer parámetros de mejora que puedan ser implementados en busca de la optimización del consumo y del uso de los recursos.

#### 1.1.1 Objetivos Particulares.

A raíz del objetivo principal planteado, se derivan los siguientes objetivos particulares:

- Elaboración de una propuesta de implementación de energías renovables para la calefacción de los hogares.
- Reducción en el consumo de combustibles fósiles. Lo que se pretende es reemplazar un porcentaje de gas natural por la utilización de biomasa sólida.
- Cuantificación del impacto positivo de estas acciones en el medio ambiente y el ahorro económico respecto a las tarifas.

## 2. METODOLOGÍA.

Para llevar a cabo las acciones propuestas, en primer lugar, se realizará una caracterización de la región, teniendo en cuenta parámetros como la climatización y el consumo energético de la zona.

Esta caracterización se obtendrá del análisis de los datos provenientes de diversos organismos oficiales, como el servicio meteorológico y el Ente nacional de gas natural (ENARGAS) [2] [4]. Además, se utilizarán los datos del Instituto nacional de estadísticas y censos (INDEC) para caracterizar la población en la zona [3].

Luego, en base a los resultados obtenidos, se elaborará una propuesta de implementación de energías renovables para la calefacción de los hogares, ya que se presume que es aquí donde se puede generar un mayor impacto en cuanto a la eficiencia en el consumo energético.

Finalmente, se cuantificará el impacto positivo de estas acciones en el medio ambiente y el ahorro económico respecto a las tarifas, teniendo como medida de comparación las TnCO<sub>2</sub>eq correspondientes [13].

### 2.1. Etapa 1: Caracterización de la Región.

La Patagonia Argentina, es una de las seis macro regiones que conforman a la república. Con el fin de caracterizar esta extensa región de nuestro país, se tendrán en cuenta los siguientes parámetros:

- Población, cuya información se obtendrá principalmente de INDEC y se realizarán proyecciones al año 2019 a través de la utilización de Excel.
- Clima, para lo cual se tomarán datos del servicio meteorológico nacional.
- Consumo de energía eléctrica, lo cual se analizará en base a información obtenida de la Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico Sociedad Anónima (CAMESA).
- Consumo de gas natural, cuya información se obtendrá principalmente de ENARGAS.

Estos parámetros serán procesados a través del software de inteligencia de negocios, POWER BI, con el objetivo de analizar la información obtenida y para definir un hogar tipo en la región que incluya todas estas características.

Se analizará en detalle las características climatológicas de las provincias que conforman la región y como es su comportamiento a lo largo del año de estudio, lo mismo para los consumos energéticos y finalmente se analizará la relación entre estos parámetros y la población local, calculando el coeficiente de correlación de Pearson para cada relación a partir de la siguiente ecuación [6]:

$$r = \frac{\sum(x-\bar{x})(y-\bar{y})}{\sqrt{\sum(x-\bar{x})^2}\sqrt{\sum(y-\bar{y})^2}} \quad (1)$$

Dónde:

$r$  = Coeficiente de correlación de Pearson

$x$  = Valor del factor “x”

$\bar{x}$  = Promedio del factor “x”

$y$  = Valor del factor “y”

$\bar{y}$  = Promedio del factor “y”

## 2.2. Etapa 2: Propuestas de Mejora.

A partir de los resultados obtenidos del análisis de los consumos, se evaluará el foco principal que genera dicho consumo por hogar. Una vez detectado se analizarán los diferentes métodos que se utilizan en los hogares para esa tarea, que según se mencionó, en un análisis preliminar se estima que es la calefacción domiciliaria [2] [4].

En la actualidad, a nivel domiciliario, coexisten diferentes sistemas que permiten calefaccionar los ambientes. En esta etapa, se presentarán los más comunes que serán considerados para la investigación, tomando como criterio diferenciador la fuente de energía utilizada. Existen, diferencias en cuanto a diseño, funcionamiento, capacidad, precio, rendimiento, etc., parámetros que serán tenidos en cuenta para el análisis ponderado.

Además, se buscará una alternativa para la reducción de este consumo, priorizando la utilización de recursos renovables.

Finalmente, se establecerán criterios para calificar cada método y así poder determinar cuál es el más conveniente para el objetivo propuesto. Dándole un peso a cada criterio para luego realizar un análisis cualitativo de los mismos.

## 2.3. Etapa 3: Cuantificación de Resultados.

Teniendo en cuenta los criterios de análisis, y el peso establecido para cada uno, se realizará un análisis cualitativo por puntos, según la ponderación que se le dará a cada uno de los criterios, la cual se detallará en esta sección.

Este método consiste en asignar valores cuantitativos a una serie de factores que se consideran relevantes, a fin de obtener un puntaje sobre cada una de las opciones. Este método permite ponderar factores de preferencia para el investigador al tomar una decisión.

Finalmente, a partir de los resultados obtenidos se seleccionará el más conveniente tanto para la población como para el medio ambiente. A partir de ello, se analizará la disminución de consumo del recurso no renovable, así como de las TnCO<sub>2</sub>eq emitidas.

## 3. RESULTADOS PARCIALES.

### 3.1. Etapa 1: Caracterización de la Región.

La Patagonia Argentina, es una de las seis macro regiones que conforman la república, constituye el extremo sur del país, como así también el de todo el continente americano. Abarca las provincias más australes: Neuquén, Santa Cruz, Río Negro, Chubut y Tierra del fuego, Antártida e Islas del atlántico Sur. Comprende también a la provincia de la Pampa y una pequeña zona del sur de Mendoza y Buenos Aires, los cuales fueron asignados a la zona centro [1] [2].

En cuanto al relieve de la región, se diferencian dos grandes zonas: este y oeste. La primera se caracteriza por ser un lugar de mesetas, con un clima frío y seco, y un bioma de estepa, con un relieve de planicies escalonadas cortadas por valles fluviales.

En cuanto a la segunda región, es terreno montañoso. Esta subregión concuerda con los Andes Patagónicos, con una vegetación que se divide entre bosque andino, por un lado, y subpolar magallánico. La mayor parte de este último se encuentra integrado por parques nacionales [1] [2].

#### 3.1.1 Análisis Climatológico.

El clima de esta región se caracteriza por un marcado descenso de temperaturas promedio a medida que disminuye la latitud. Cabe mencionar que entre sus extremos norte y sur (Neuquén y Ushuaia), existen más de 1700 kilómetros, y esto, sumado a su lejanía con el Ecuador, permite que sus zonas se vuelvan cada vez más templadas conforme se acerca al Polo Sur [1] [2].

##### 3.1.1.1 Clima y estaciones

El clima es templado-frío con temperaturas que disminuyen a medida que la latitud sur aumenta. En promedio, el sur patagónico posee una temperatura de hasta 10°C menos que el Norte [2]. Se realiza una breve descripción de las características climáticas que se pueden encontrar en las 4 estaciones.

##### Verano

En esta época las temperaturas del norte patagónico suelen sobrepasar los 20°C todos los días y durante la noche llegan a bajar hasta los 15°C, si recorren fuertes vientos, la temperatura logra un descenso de hasta menos de 10°C. En el sector sur usualmente no sobrepasan los 15°C y pueden bajar hasta los 5°C o menos. Como valores extremos, en el norte se puede registrar temperaturas mayores a los 35°C, mientras que las mínimas pueden llegar hasta los 5°C o incluso, hasta los 0°C. En el sur, la máxima suele rondar los 25°C y las mínimas de hasta -2°C [1] [2].

### Otoño

En esta época, las temperaturas de la Patagonia van descendiendo periódicamente a lo largo de la estación, terminando con bajas temperaturas para dar paso al frío invierno patagónico.

En el sector noroeste, las temperaturas máximas al principio de la estación rozan los 20°C y la mínima llega hasta los 5°C, llegando hasta los 0°C al final de esta. En el sector noroeste, las temperaturas todavía sobrepasan los 20°C al principio del otoño, con temperaturas mínimas de 11°C. Al final de la estación, las temperaturas descienden a valores de 14°C de máxima y unos 3°C de mínima. Esta zona presenta importantes amplitudes térmicas dada su condición árida. Por último, en la Patagonia Sur, las temperaturas al inicio son entre 12° a 3° C, llegando al final a valores de entre 6° y -2° C. Las temperaturas extremas pueden llegar hasta los -20°C [1] [2].

### Invierno

Si bien esta estación es la más hostil, también es la más visitada turísticamente, dados los centros de esquí existentes por las nevadas. En el sector noroeste, las temperaturas en esta estación van desde los 6°C hasta los -2°C, con extremas desde 15°C hasta -15°C. En el sector noreste, las temperaturas fluctúan entre los 11° y los 0° C, con extremas desde 15° hasta los -17° C. Por último, en la zona sur, los valores van desde los 5° hasta los -6°C, con un promedio de 2°C y las extremas oscilan entre los 18° y los -18° C [1] [2].

### Primavera

En el noroeste, las temperaturas son de entre 15°C y -5°C en septiembre, en noviembre varían entre 23°C y -11°C. Las extremas van desde -8°C de mínima en septiembre, a 30°C en noviembre. En el sector sur, el primer mes cuenta con temperaturas de 9°C a -4°C y el último de la estación, 13°C a 3°C. Las extremas van de -11°C de mínima en septiembre a 24°C de máxima en noviembre [1] [2].

#### 3.1.1.2 Temperatura Promedio por Región

El estudio de la temperatura promedio de las localidades más importantes de las provincias que conforman la región, arrojan como resultado dos zonas de temperaturas claramente diferenciadas, relativamente homogéneas internamente: lo que se podría llamar la Patagonia Norte, formada por las provincias de Neuquén, Chubut y Río Negro, con temperaturas muy similares entre sí; y por otro lado la Patagonia Sur, formada por Santa Cruz y Tierra del Fuego, con temperaturas sensiblemente menores que la región norte [1] [2].

En la figura 1 se puede diferenciar claramente las temperaturas que caracterizan a las dos zonas internas que conforman la Patagonia. Se puede observar como las provincias de Neuquén, Río Negro y Chubut comparten similares grados de temperatura a lo largo del año, donde se distingue por la superposición de las líneas del gráfico. Luego, se diferencian las temperaturas de Santa Cruz, seguido de Tierra del Fuego, con el clima más extremo de la región [1] [2].

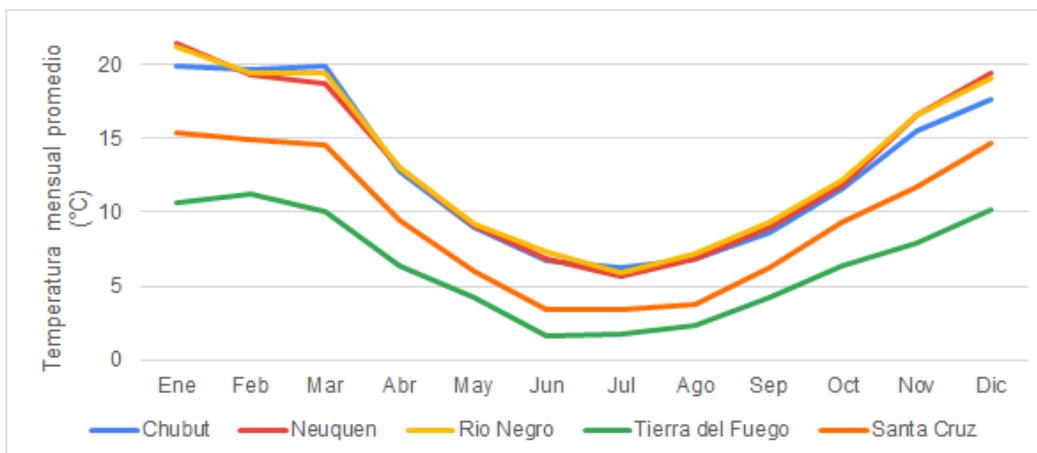


Figura 1 Temperaturas promedio por mes durante el ciclo 2019 en las provincias de la Patagonia.

En un principio se puede observar una clara diferencia de las temperaturas promedio de estación entre las dos regiones internas mencionadas anteriormente, Patagonia Norte y Patagonia Sur.

En el primer caso, se aprecian valores de temperaturas muy similares entre provincias para la misma estación. Para el segundo, son bastante menores que las primeras, pero no tan similares entre sí, siendo las de Tierra del Fuego sensiblemente menores.

Se pueden analizar entre las dos regiones, las **temperaturas invernales** por ser estas las más extremas para la supervivencia y un factor determinante para el consumo de gas natural, de esta manera se obtiene la información detallada a continuación.

- **Patagonia Norte:** se puede apreciar que la temperatura en los meses de invierno entre las tres provincias fluctúa entre 5 y 9 °C, con valores muy similares entre sí.
- **Patagonia Sur:** en este caso se hace una diferenciación, ya que las dos provincias no poseen valores de temperatura similares, aunque sensiblemente menores que las de la región Patagonia norte. Por un lado, Santa Cruz, las temperaturas varían entre 3 y 6°C, mientras que, en Tierra del fuego, estos valores se encuentran entre 1 y 4°C.

### 3.1.2 Población

La región Patagónica posee la particularidad de que es la zona más extensa de Argentina, en donde para la misma, la cantidad de habitantes es muy baja. Según datos del último censo en el año 2010[3], la población era de 2.100.188 de habitantes con una superficie de 783.316 km<sup>2</sup>, teniendo así una densidad de 2,6 hab/km<sup>2</sup>, calificándola como la región con la menor densidad poblacional. Debido a que los datos reales de la cantidad de habitantes de la Patagonia son provenientes del año 2010, se realizó el siguiente cuadro donde se visualiza la población y su proyección para el año 2019 [3].

Tabla 1 *Proyección de la población.*

| Provincia        | Censo 2010 | Estimado 2019 | Tasa de crecimiento |
|------------------|------------|---------------|---------------------|
| Chubut           | 513.433    | 608.729       | 1,19                |
| Neuquén          | 571.910    | 655.501       | 1,15                |
| Río Negro        | 648.277    | 738.060       | 1,14                |
| Santa Cruz       | 275.452    | 356.647       | 1,29                |
| Tierra del Fuego | 131.661    | 169.183       | 1,28                |
| Total            | 2.140.733  | 2.528.120     | 1,18                |

### 3.1.3 Consumo de Energía Eléctrica: Sistema Nacional eléctrico en Zona Sur

Anualmente, la empresa administradora del mercado energético (CAMMESA) proporciona informes para poder analizar la situación energética del país. Con los datos que se extrajeron de dichos informes podemos visualizar cómo es la situación de consumo de energía eléctrica en la región en estudio. Es importante aclarar que la provincia de Tierra del Fuego no forma parte de la red que administra CAMMESA, es decir, no se encuentra conectada al Sistema Argentino de Interconexión. CAMMESA divide a la zona sur de la siguiente manera, considera a la región Comahue, constituida por las provincias de Neuquén y Río Negro y por otro lado la Patagónica, conformada por las provincias de Chubut y Santa Cruz.

A partir de lo anterior, resulta interesante indicar la participación en la demanda eléctrica que tuvieron las regiones mencionadas para el año 2018, para poder visibilizar su consumo y como se encuentra en relación con las otras regiones, ya que la demanda es un parámetro de estudio fundamental para este Proyecto.

A continuación, se indica una tabla elaborada por el ente regulador, indicando la participación en porcentajes de la demanda que obtuvieron las distintas regiones para el año 2018 [4].

Tabla 2 *Demanda eléctrica.*

| Zona              | Demanda (GWh) | % de participación |
|-------------------|---------------|--------------------|
| Buenos Aires      | 15.167        | 11,4%              |
| Centro            | 11.555        | 8,7%               |
| Cuyo              | 8.132         | 6,1%               |
| Gran Bs. As.      | 50.187        | 37,7%              |
| Litoral           | 16.364        | 12,3%              |
| Noreste           | 9.746         | 7,3%               |
| Noroeste          | 11.173        | 8,4%               |
| <b>Comahue</b>    | <b>5.037</b>  | <b>3,8%</b>        |
| <b>Patagónica</b> | <b>5.647</b>  | <b>4,2%</b>        |
| Total             | 113.008       | 100%               |

Nota. Fuente "Valores Anuales 2018" de CAMMESA

Se puede observar cómo la Región Sur en su totalidad representó para 2018 el 8% de la demanda total del país. Es interesante resaltar que el Gran Buenos Aires representó el 37,7% de la demanda

total y su población para el 2018 era el 30% del país, en donde este porcentaje poblacional **se encuentra concentrado en un 0,5% del total del territorio argentino.**

Como se mencionó anteriormente, Tierra del Fuego no se encuentra en los datos mencionados. La provincia produce energía eléctrica a través de la Cooperativa Eléctrica de Río Grande y la Dirección Provincial de Energía de Ushuaia, donde en ambos casos, la energía proviene utilizando grandes volúmenes de gas natural. Debido a esto, Tierra del Fuego fue la única provincia de Argentina que no sufrió el apagón masivo que hubo el 16 de junio del año 2019.

Para el año 2019, el consumo eléctrico total que obtuvo la región de estudio fue de **2.402.088,31 MWh** equivalente a **2.402,09 GWh**, en donde se distribuyó en las distintas provincias según se indica en el siguiente gráfico.

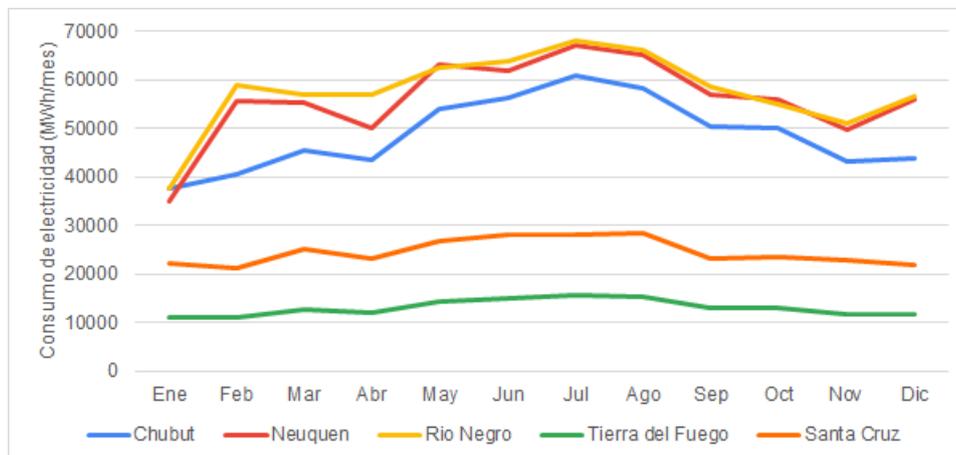


Figura 2 Consumo eléctrico mensual en las provincias del Sur.

La diferencia de los consumos eléctricos de las distintas provincias del Sur se encuentra directamente asociada al nivel de población que posee cada una. Aquellas provincias que superan los 600.000 habitantes ([1] proyección 2019) son las que poseen los consumos más elevados, luego siguen las provincias de la Patagonia Sur, donde por un lado se encuentra Santa Cruz por encima de Tierra del Fuego con una población estimada de aproximadamente 360.000 habitantes, en donde la última mencionada no llega a superar 170.000 ciudadanos ([1] proyección 2019).

Se puede apreciar como los consumos de Tierra del Fuego y Santa Cruz poseen una distribución relativamente constante a lo largo del año 2019, a diferencia de las demás provincias, en las cuales se observan picos de consumo y caídas. Los picos de consumo se manifiestan durante los meses de invierno. Esto último se encuentra asociado a la utilización de equipos eléctricos para complementar la calefacción del hogar.

### 3.1.4 Consumo de Gas Natural: Sistema Nacional de Gas Natural en Zona Sur

La cobertura de la red de gas natural abarca gran parte del territorio de la República Argentina, donde para el caso de la región Patagónica llega a la totalidad de las provincias. Solo en zonas o pequeños sectores muy inhóspitos o alejados deben recurrir a gas envasado para la calefacción u otro sistema que le permite climatizar el hogar, como es el caso de las estufas.

Argentina cuenta con una gran producción de gas natural, mediante datos obtenidos de ENARGAS se obtuvo que en 2018 la República inyectaba 168 millones de metros cúbicos por día a través de las redes de gasoductos. [5] Para el año 2019, el consumo de gas natural total que obtuvo la región de estudio fue de **2.497.898.000 m<sup>3</sup>**, en donde se distribuyó en las distintas provincias según se indica en el siguiente gráfico.

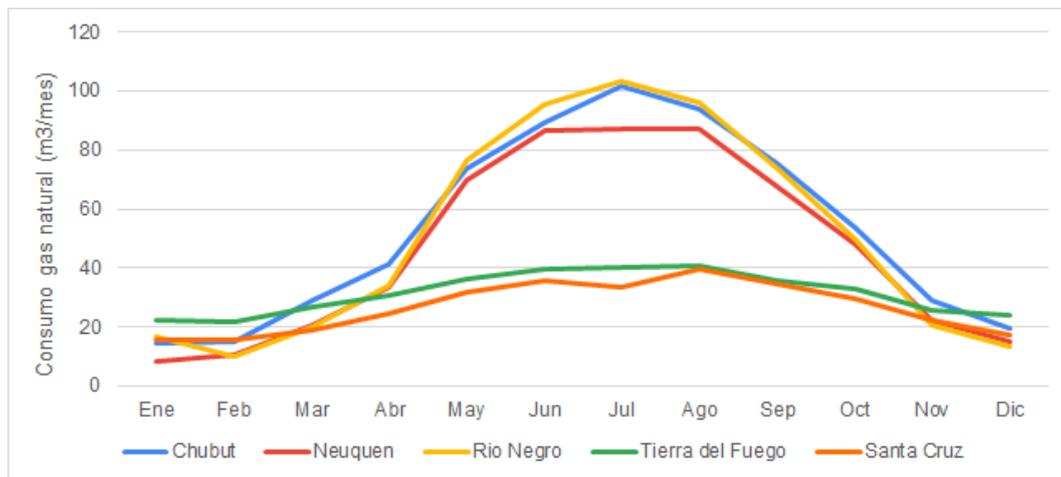


Figura 3 Consumo de gas natural mensual en las provincias del Sur.

Al igual que con el consumo eléctrico, se puede observar como las provincias con mayor densidad poblacional proyectado para el año 2019, poseen los consumos más elevados. A partir del mes de abril, cuando el clima frío comienza se observa el ascenso en la curva de consumo.

De igual manera, es necesario mencionar como la provincia de Tierra del Fuego presenta al igual que en el consumo eléctrico, una demanda de gas natural relativamente constante a lo largo de todo el año 2019, siendo en el mes de enero, la más elevada de las cinco provincias de estudio. Lo recién descrito se encuentra relacionado con los climas extremos que posee la provincia más austral del país.

### 3.1.5 Análisis de correlación

A partir de los datos obtenidos se calculó el coeficiente de correlación de Pearson entre los factores analizados de la región. Obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 1 Correlación de factores

| Relación                                  | Índice |
|---|--------|
| Consumo eléctrico Vs. Habitante por hogar | -0,06  |
| Consumo de gas Vs. Habitante por hogar    | 0,64   |
| Consumo eléctrico Vs. Temperatura         | -0,848 |
| Consumo de gas Vs. Temperatura            | -0,982 |

De lo observado, resulta que hay una baja relación entre la cantidad de habitantes en el hogar y su consumo. Siendo la temperatura el factor predominante.

Teniendo en cuenta que la mayor relación se encuentra en el consumo de gas debido a la temperatura, se continúa el análisis considerando este recurso. Cabe destacar que, para el caso de estudio, se considera que el consumo de energía eléctrica vinculada con la temperatura se debe a la dificultad en el acceso a la red de gas natural de las viviendas, por lo que se buscara un método sustentable que sea de fácil acceso para toda la población cubriendo este criterio.

## 3.2. Etapa 2: Propuestas de Mejora.

### 3.2.1 Foco de consumo.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en los apartados anteriores, se observa que el servicio de mayor consumo por los habitantes de la zona sur es el gas. A continuación, se analizará cómo se distribuye un consumo normal en un hogar tipo.

Se supone un hogar con 4 habitantes con las siguientes características de consumo:

- Un calefón con piloto de 14 litros por minuto, el cual cada habitante utiliza una vez al día para bañarse y al momento de cocinar.
- Un horno y una hornalla grande, las cuales consideraremos que se utilizan dos horas por día para cocinar para toda la familia.
- Dos calefactores, uno de 3000 kcal/h que está encendido todo el día, y uno de 2500 kcal/h que se enciende cuando sienten frío.

De esta forma, en un consumo mensual promedio se obtienen los siguientes valores, donde se puede observar como el uso de gas para calefacción representa un estimado del 75% del consumo promedio de un hogar.

Tabla 2 Consumo de gas de un hogar tipo.

| Artefacto                        | Función       | Consumo estimado mensual (en m <sup>3</sup> ) | Relevancia |
|----------------------------------|---------------|---|------------|
| Calefón con piloto 14 litros/min | Calentar agua | 64,97   | 14,84%     |
| Quemador de hornalla grande      | Cocinar       | 13,42   | 9,06%      |
| Quemador de horno                |               | 26,23   |            |
| Calefactor 3000 kcal/h           | Calefacción   | 234,24  | 76,10%     |
| Calefactor 2500 kcal/h           |               | 98,82   |            |
| <b>Total</b>                     |               | 437,68  | 100%       |

### 3.2.2 La climatización en la actualidad.

En la actualidad, a nivel doméstico, coexisten diferentes sistemas que permiten calefaccionar los ambientes. Existen diferencias en cuanto a diseño, funcionamiento, capacidad, precio, rendimiento, etc. A continuación, se presentan los más comunes que fueron considerados para la investigación, tomando como criterio diferenciador la fuente de energía utilizada.

#### 3.2.2.1 Climatización eléctrica.

##### **Caloventor**

El caloventor es un equipo de calefacción que funciona con energía eléctrica. Costa de una serie de resistencias por la cual circula corriente que genera calor por efecto Joule. A través de dichas resistencias, circula aire forzado por un soplante.

Los caloventores son los sistemas de calefacción más económicos de adquirir, pero su rendimiento es muy bajo, por lo cual, a la hora de comparar consumos, suele quedar en las últimas posiciones. Por otra parte, su reducido tamaño, su capacidad para calefaccionar queda limitada a un recinto no mayor a un baño pequeño.

##### **Convector**

Los convectores son otro sistema de calefacción que utilizan electricidad para funcionar. A diferencia de los anteriores, estos no utilizan aire forzado por un soplante, sino que en su interior posee unas resistencias que calientan el aire y por convección, este sube por las rejillas, permitiendo el ingreso del aire por la parte inferior. Tanto su rendimiento como su capacidad para calefaccionar (dado que vienen de mayores tamaños) son superiores a los caloventores, aunque su precio es levemente más elevado. [7]

##### **Aire acondicionado Split**

El sistema de aire acondicionado Split, es uno de los equipos para climatización doméstica más utilizados en el mundo. Este sistema basa su funcionamiento en el ciclo frigorífico, el cual no consiste en generar aire frío, sino en extraer el calor del aire de la estancia que se quiere climatizar. Para lograr esto, el equipo cuenta con un compresor que permite la circulación de un gas refrigerante mediante un circuito de tuberías de cobre cambiando de estado líquido a gaseoso y viceversa. Este cambio de estado permite el intercambio térmico que logra extraer el calor sobrante del aire local, consiguiendo así, bajar la temperatura del ambiente. [8]

Inicialmente estos equipos tenían la capacidad solo para refrigerar ambientes en épocas de calor, eran grandes, ruidosos y, además, su costo era muy elevado, por lo cual su uso se reducía solamente a oficinas y centros comerciales.

Con el paso del tiempo, su costo se fue reduciendo hasta el punto de ser accesibles para usos domésticos, además de que aparecieron los equipos llamados “frío/calor”, los cuales además de la función normal de refrigerar el ambiente, pueden utilizarse en modo de calefacción. Estos últimos fueron los considerados para la investigación.

#### 3.2.2.2 Climatización a gas natural.

Este tipo de calefacción adquirió gran popularidad en zonas donde se accede a gas natural mediante una red domiciliaria, reduciendo de manera importante el costo de uso respecto de las estufas diseñadas para garrafa. Estas últimas no se consideraron para la investigación, ya que, al no contar con gas natural de red, siempre será conveniente un sistema de calefacción eléctrico.

Las estufas de gas generan buena calefacción y tienen capacidad para superficies mayores que las eléctricas, aunque cuentan con la desventaja de necesitar una instalación de gas, además de contar con un sistema de extracción de gases ya que la combustión toma oxígeno del ambiente.

Actualmente existen las estufas de tiro balanceado, que poseen una cañería doble hacia el exterior que les permite tomar aire y despedir los gases de combustión.

Esto último vuelve a estos sistemas más eficientes y mucho más seguros. [9] En zonas donde hay gas natural de red, suelen ser preferidas en lugar de las eléctricas, ya que es más económico operarlas como consecuencia de los importantes subsidios al consumo de gas natural.

#### 3.2.2.3 Climatización por Biomasa.

**Estufa a leña**

Aquí se encuentran las estufas a leña, también llamadas salamandras, que funcionan a base de quemar combustible sólido, como lo es en la mayoría de los casos madera cortada, aunque también puede utilizarse carbón o briquetas de biomasa.

Estos sistemas cuentan con una entrada de aire del exterior para realizar la combustión y una cañería que asciende verticalmente hacia las afueras del espacio en el que se encuentra.

Están construidas con una estructura metálica, utilizando ladrillos refractarios en su interior, además de canales internos para que circulen los gases de la combustión antes de salir al exterior. Estas características constructivas permiten elevar su rendimiento térmico, mucho mayor que el de las salamandras metálicas antiguas. [10]

Cabe aclarar que la calidad del calor, la iluminación y el sonido que produce la combustión de la leña, hace que estos sistemas sean muy populares para ambientes de relajación, como salas de estar de hoteles o cabañas, además de ser un elemento muy decorativo. El costo de estos sistemas no es elevado, pero sí puede serlo el de la leña, dependiendo de su disponibilidad.

**Estufa a pellets**

Este tipo de estufas son muy similares a las anteriores, pero en lugar de quemar briquetas o leñas de madera, están diseñadas para ser alimentadas con pellets de biomasa. Los pellets son combustible sólido granulado de forma alargada, fabricados a partir de biomasa obtenida de los residuos de la industria maderera.

Las características granulares de este combustible le permite un fácil tratamiento, almacenamiento, transporte y utilización, además de ser seco, seguro y liviano. Al ser un material obtenido a partir de desechos de procesos industriales, son de fácil acceso, renovable y barato. Aprovechan mejor el espacio que la leña común, por lo que tiene una mayor densidad aparente.

**3.2.3 Criterios de comparación.**

Sobre cada método de calefacción estudiado, se realiza una comparación considerando los siguientes criterios.

**3.2.3.1 Rendimiento del equipo**

En cuanto a la comparación del rendimiento, es necesario realizar ciertas consideraciones:

- Las fuentes de donde los equipos obtienen la energía para transformar en calor son diferentes, por lo cual no es posible realizar una comparación directa con una fórmula del tipo cantidad de calor generado / cantidad de energía consumida en todos los casos.
- La capacidad de los equipos para calefaccionar no es la misma, ya que algunos están diseñados para calefaccionar recintos de pocos metros cuadrados (Ej: un baño) y otros, equipos tienen la capacidad de calefaccionar un ambiente de hasta 100m<sup>2</sup>.
- Dentro de los mismos equipos, pueden existir diversos modelos con rendimientos diferentes, como las estufas a gas comunes y las llamadas “de tiro balanceado” o los aires acondicionados, por lo cual se consideraron equipos de precios más accesibles al estar este proyecto orientado al uso doméstico.

Este criterio, fue considerado de suma importancia a la hora de realizar la comparación, ya que el rendimiento es un factor intrínseco de cada sistema y es fundamental analizar las ventajas y desventajas que conlleva elevar este valor para cada equipo, como así también la disponibilidad de la fuente de energía que requiere para su funcionamiento.

Por todo lo explicado anteriormente, a la hora de evaluar la ponderación de esta característica para comparar con los demás equipos, se le asignó un peso correspondiente al 15% del total.

**3.2.3.2 Impacto Ambiental**

El impacto ambiental es un cambio o una alteración en el medio ambiente, siendo una causa o un efecto debido a la actividad y a la intervención humana. Este impacto puede ser positivo o negativo, el negativo representa una ruptura en el equilibrio ecológico, causando graves daños y perjuicios en el medio ambiente, así como en la salud de las personas y demás seres vivos. [11]

Uno de los objetivos de este Proyecto es involucrar y analizar el impacto ambiental que generan los equipos de calefacción doméstica y buscar alternativas para poder reducir dicho impacto, es por ello que se le asignó un peso considerable debido a la importancia que este posee, correspondiente a un 15% del total.

**3.2.3.3 Disponibilidad de Combustible**

Cuando se habla de combustible, se hace referencia a la fuente de energía que utilizan los equipos que se están analizando para poder emitir el calor necesario y de esta manera, lograr la calefacción adecuada para el hogar.

La necesidad de combustible es vital para el funcionamiento de los equipos. Debido al avance de la tecnología, hoy en día podemos contar con acceso fácil y rápido a los distintos tipos de combustibles. Si bien existen diferencias entre las distintas formas, el acceso no es dificultoso y se encuentran

disponibles, solo uno se haya más ventajoso que el otro. Es por eso que se decidió dar un peso de un 10% para este criterio, con respecto al total.

#### 3.2.3.4 Mantenimiento

Este es el conjunto de acciones que permiten conservar o restablecer un bien a un estado específico para que pueda cumplir su función requerida. Dependiendo del tipo de equipo que se trate, el usuario va a requerir para el mismo un mayor o menor mantenimiento, donde en algunos casos esto llega a ser vital para la salud humana.

Dichos mantenimientos no requieren que la persona sea un especialista técnico, sólo basta con consultar el manual y leer las recomendaciones que se deben tener a la hora de limpiar el equipo, aunque en algunos casos es necesario contactar a un técnico para que realice el mantenimiento adecuado en ciertos sistemas, pero la frecuencia de tiempo para dicho requerimiento es relativamente alta. Teniendo en cuenta lo descrito se decidió por darle un peso del 10% respecto al total de los criterios.

#### 3.2.3.5 Complejidad de Instalación

Cuando se habla de instalación se refiere a las operaciones que se encuentran involucradas desde la obra necesaria para el funcionamiento del sistema, hasta su puesta en marcha.

Este es un criterio importante que se considera a la hora de elegir el equipo de calefacción para el hogar, ya que si es el espacio físico no cumple ciertos requisitos, o el costo para la obra es muy alto, o el tiempo que se lleva a cabo para la instalación es elevado.

Esto conduce a buscar entre distintas alternativas de calefacción. Es por ello que el peso que se decidió establecer corresponde a un 15% respecto del total.

#### 3.2.3.6 Capacidad de Calefacción

Este criterio fue al que se le asignó el mayor valor de ponderación debido a la trascendencia del mismo por ser el primer factor a analizar a la hora de climatizar un recinto. Esta relevancia es tal, que, para ciertas dimensiones, algunos sistemas tienen que ser descartados por no tener la capacidad suficiente.

La capacidad de calefacción de un sistema se define como la mayor superficie que un solo equipo puede climatizar de manera homogénea, en un lapso de tiempo corto (no mayor a 30 min), sin ningún tipo de inconvenientes. Esta depende de dos factores principales: la tecnología del equipo y su tamaño. Se consideró que el peso correspondiente para este criterio es de un 25% del total.

#### 3.2.3.7 Precio

Para la comparación de precios de los equipos, se consideraron equipos estándares, que son los de uso más difundido entre los usuarios para calefacción doméstica. Cabe recordar que la superficie estándar seleccionada para esta investigación es de 100 metros cuadrados. Los precios considerados, fueron dolarizados para evitar distorsiones de tipo inflacionarias.

Si bien el precio es un elemento de importancia a la hora de definir qué sistema adquirir, hay que recordar que los sistemas de calefacción suelen durar muchos años, por lo que se los considera muchas veces una inversión y el precio suele tener menor ponderación que la complejidad de instalación, la capacidad de calefacción o el rendimiento del equipo y, algo que cobra mayor relevancia en la actualidad, el impacto ambiental. El peso establecido para la ponderación a la hora de comprar los equipos fue del 10%.

### 3.3. Etapa 3: Cuantificación de Resultados.

Teniendo en cuenta los criterios de análisis, y el peso establecido para cada uno, se realizó un análisis cualitativo por puntos obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 3 Análisis cualitativo de artefactos para calefacción residencial.

| Criterio                      | Gas | Pellet | Leña | Caloventor | Convector | Aire |
|-------------------------------|-----|--------|------|------------|-----------|------|
| Rendimiento del equipo        | 6   | 9      | 8    | 2          | 4         | 7    |
| Impacto ambiental             | 7   | 10     | 8    | 6          | 7         | 8    |
| Disponibilidad de combustible | 8   | 6      | 7    | 9          | 9         | 9    |
| Mantenimiento                 | 5   | 4      | 4    | 9          | 10        | 8    |

|                                   |             |             |             |            |            |            |
|-----------------------------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|
| <b>Complejidad de instalación</b> | <b>4</b>    | <b>6</b>    | <b>6</b>    | <b>10</b>  | <b>10</b>  | <b>5</b>   |
| <b>Capacidad de calefacción</b>   | <b>6</b>    | <b>10</b>   | <b>9</b>    | <b>2</b>   | <b>5</b>   | <b>8</b>   |
| <b>Precio</b>                     | <b>6</b>    | <b>4</b>    | <b>5</b>    | <b>9</b>   | <b>8</b>   | <b>5</b>   |
| <b>Calificación</b>               | <b>5,95</b> | <b>7,65</b> | <b>7,15</b> | <b>5,9</b> | <b>7,1</b> | <b>7,2</b> |

Este análisis indica que la opción de calefacción más conveniente resulta ser la estufa de pellet, siendo esta la más eficiente en cuanto a su rendimiento y la menos contaminante al reutilizar residuos forestales.

Teniendo en cuenta que la estufa de pellet posee una emisión de CO<sub>2</sub>eq prácticamente nula [12], se puede realizar un supuesto de la cantidad de CO<sub>2</sub>eq producida en la Patagonia para calefacción se podría ahorrar.

Considerando que aproximadamente el 75% del gas consumido se utiliza para calefacción en esta región, y que el consumo total anual de la misma es de 2.497.898.000 m<sup>3</sup> y de los cuales 1.873.423.500 m<sup>3</sup> de gas natural se utilizan para calefacción; si se implementaran estufas de pellet en todos los hogares de la Patagonia, se reduciría la emisión de CO<sub>2</sub>eq en 3.804.923 Toneladas [13].

Por otro lado, si se considera que en un hogar tipo, con 4 habitantes, se destinan 333 m<sup>3</sup> de gas natural para calefacción, con la nueva propuesta se reduciría en un 25% la emisión de CO<sub>2</sub>eq por habitante [14].

#### 4. CONCLUSIONES.

El presente proyecto se basa en determinar el consumo energético de los hogares en la Región Patagónica de la República Argentina, con el objetivo de establecer parámetros de mejora que puedan ser implementados en busca de la optimización del consumo y del uso de los recursos.

A partir de los resultados obtenidos del análisis de los consumos, se evaluó el foco principal que genera dicho consumo por hogar, el cual resultó ser como se había anticipado, la calefacción residencial.

Una vez detectado se analizaron los diferentes métodos que se utilizan en los hogares para esa tarea. En la actualidad, a nivel domiciliario, coexisten diferentes sistemas que permiten calefaccionar los ambientes. En esta etapa, se presentaron los sistemas más comunes que fueron considerados para la investigación, tomando como criterio diferenciador la fuente de energía utilizada.

A través del análisis cualitativo de los diferentes artefactos para calefacción residencial, se pudo determinar que la estufa a pellet es la opción más favorable debido a la eficiencia en cuanto a su rendimiento y la baja contaminación ambiental que genera. Por otro lado, los datos observados nos permiten concluir que, con la implementación de un combustible renovable en el uso cotidiano, como lo es la calefacción, se podría reducir la huella de carbono de cada habitante en un 25%.

Se demuestra que un cambio en lo que respecta a climatización residencial es beneficioso no solo por reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>eq, sino también, por la mayor eficiencia energética que este combustible posee.

#### 5. REFERENCIAS.

- [1] Instituto Geográfico Nacional. Geografía. Información Geográfica. [Página web] Disponible en: <https://www.ign.gob.ar/NuestrasActividades/Geografia/DatosArgentina/DivisionPolitica> (Abril, 2020)
- [2] Ministerio de Defensa. Servicio Meteorológico Nacional. Estadísticas Climáticas Normales. [Página web] Disponible en: <https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel3-Tema-2-24> (Abril, 2020)
- [3] Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Censo poblacional 2010. Proyecciones y estimaciones. [Página web] Disponible en: <https://ssl.smn.gob.ar/dpd/observaciones/estadisticas.txt> (Abril, 2020)
- [4] CAMMESA. Informe Anual. [Página web] Disponible en: <https://portalweb.cammesa.com/memnet1/Pages/descargas.aspx> (Junio, 2020)
- [5] ENARGAS. Atlas Histórico de Gas. [Página web] Disponible en: <https://www.enargas.gob.ar/secciones/informacion-geografica/atlas-historicos-del-gas.php> (Junio, 2020)
- [6] Kenney, J. F. and Keeping, E. S., Mathematics of Statistics, Pt. 2, 2nd ed. Princeton, NJ: Van Nostrand, 1951.

- [7] TESH. ¿Qué es un convector eléctrico, como funciona y qué ventajas tiene como sistema de calefacción? [Página Web]. Disponible en: <https://tesy.es/blog/convector-eléctrico/> (Junio, 2020)
- [8] CALORYFRIO: el portal sectorial de las instalaciones. ¿Cómo funciona un aire acondicionado? Infografía. [Página Web]. Disponible en: <https://www.caloryfrio.com/aire-acondicionado/como-funciona-el-aire-acondicionado-infografia.html> (Mayo, 2020)
- [9] Sepa como instalar regional. Reglamentos básicos de las estufas de tiro balanceado. [Página Web]. Disponible en: <https://sepacomoinstalar.com.ar/cuales-son-los-aspectos-reglamentarios-basicos-de-las-estufas-de-tiro-balanceado/>
- [10] BLOGChimecal. Conoce el funcionamiento de estufas de leña. [Página Web]. Disponible en: <https://www.chimecal.com/blog-chimecal/funcionamiento-estufas-leña/> (Mayo, 2020)
- [11] Significados. ¿Qué es el impacto ambiental?. [Página Web]. Disponible en: <https://www.significados.com/impacto-ambiental/> (Mayo, 2020)
- [12] Eider Biomasa. Manual de instrucciones estufas de pellet. [PDF]. Disponible en: <https://www.eiderbiomasa.com/es/> (Mayo, 2020)
- [13] CeroCO2. Calculadora huella de carbono. [Página Web]. Disponible en: <https://www.ceroco2.org/calculadoras/> (Mayo, 2020)
- [14] Muntean, M., Guizzardi, D., Schaaf, E., Crippa, M., Solazzo, E., Olivier, J.G.J., Vignati, E. Fossil CO2 emissions of all world countries - 2018 Report