

Identificación del Trabajo	
Área:	Medio Ambiente, Contingencias y Desarrollo Sustentable
Categoría:	Alumnos
Regional:	Santa Fe

Estudio preliminar del Balance Energético de la Ciudad de Santa Fe

Dianela GONZALEZ, Sebastián ROMERO

Secretaria de Ciencia y Tecnología, Facultad Regional Santa Fe, UTN

E-mail de contacto: gonzalezdianela@gmail.com ; sebastianulisesromero@hotmail.com

Este trabajo ha sido realizado bajo la dirección del Mg. Jose Stella y la Dr. Ana Rosa Tymoschuk, en el marco del proyecto de investigación "Modelización del balance energético sustentable para la ciudad de Santa Fe".

Resumen

El aumento de la población, del desarrollo socioeconómico y del nivel de calidad de vida implica un incremento de la demanda de energía. Lamentablemente la energía obtenida de manera convencional, derivada de combustibles fósiles, es finita y su uso indiscriminado contamina y genera conflictos sociales.

En el marco de la crisis energética mundial surge la necesidad de conocer la contribución de cada tipo de uso final energético de la Ciudad de Santa Fe para identificar tendencias de los diferentes factores involucrados y obtener una visión integrada y completa de la demanda. De esta forma se dispone de una herramienta importante para la toma de decisiones que permitan a futuro una mayor sustentabilidad e incluyan más fuentes de energías renovables. En este trabajo se propone implementar una metodología para conocer la distribución del uso final, según las características locales, la cual demuestra una fuerte dependencia de los combustibles fósiles.

Palabras Claves: Matriz Energética; Electricidad; Combustibles; gas

1. Introducción

La limitación en los recursos naturales de donde se obtiene la energía convencional, provoca frecuentes crisis, y determina la urgencia de buscar alternativas que reemplacen a escala masiva el consumo de energías convencionales. En este marco, organizaciones e instituciones públicas y privadas, como el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD (2015), la International Energy Agency (2015), la Plataforma Escenarios Energéticos 2035 (2015), entre otros, han abordado el estudio de posibles escenarios sobre la disponibilidad energética en el futuro, a los fines de brindar información de utilidad para la toma de decisiones.

En este sentido y en el ámbito local, el Municipio de la Ciudad de Santa Fe impulsó la creación de la Comisión Multisectorial para la Promoción y Ejecución de Políticas Energéticas (COMPEL), conformado por distintos organismos e instituciones de la ciudad, con el propósito de tratar los temas de índole energética que promuevan el debate ciudadano y puesta en marcha de políticas públicas específicas sobre consumo responsable, eficiencia energética y la promoción y uso de energías renovables. La Facultad Regional Santa Fe forma parte de la COMPEL y por esa razón se ha creado un grupo de investigación para estudiar la temática energética y proporcionar apoyo a las actividades de la COMPEL.

Para valorar la situación actual de la demanda y consumo de energía y poder realizar proyecciones a futuro, es necesario tener un conocimiento de la conducta de la población. Así surge la necesidad de realizar el balance energético para un período determinado. A nivel país, la Secretaría de Energía de la República Argentina publica anualmente el Balance Nacional (BEN) obtenido en base a la información suministrada por diferentes organismos nacionales, según su propia metodología (Secretaría de Energía, 2003).

A nivel local y en relación a la matriz energética de la ciudad de Santa Fe, la ONG Trama Tierra, ha publicado en el año 2010 un estudio preliminar de la matriz energética de la ciudad de Santa Fe (Morero y Latosinski, 2010), en donde expone un análisis con especial enfoque en la sustentabilidad energética de la matriz local, planteada para el año 2009.

El presente trabajo tiene como objetivo adaptar una metodología para conocer la distribución del consumo final energético en la ciudad de Santa Fe, según las características locales, y actualizarla con datos aportados por diferentes organismos públicos y privados en el año 2014. Esta distribución del consumo final energético permitirá conocer la estructura del consumo en la ciudad, realizar proyecciones de energía en diferentes plazos y escenarios según nuevas obras de infraestructuras, proponer medidas de eficiencia energética a cada tipo de uso final y colaborar en la implementación de legislación para sustituir fuentes energéticas convencionales.

2. Metodología

A los fines de comprender los distintos conceptos de la contabilización energética, definimos a continuación lo que organismos expertos en la materia entienden lo que es la cadena energética, el balance energético y la matriz energética.

Según el Manual de Estadísticas Energéticas (OLADE, 2011), “la cadena energética es una serie de etapas, actividades y eventos, por los que una fuente energética debe pasar desde su origen hasta su aprovechamiento, como producción, transporte, transformación, almacenamiento, etc.”

En la figura 1 observamos cómo está compuesta esta cadena energética, siendo sus eslabones la energía primaria, la transformación, la energía secundaria y el consumo final total.

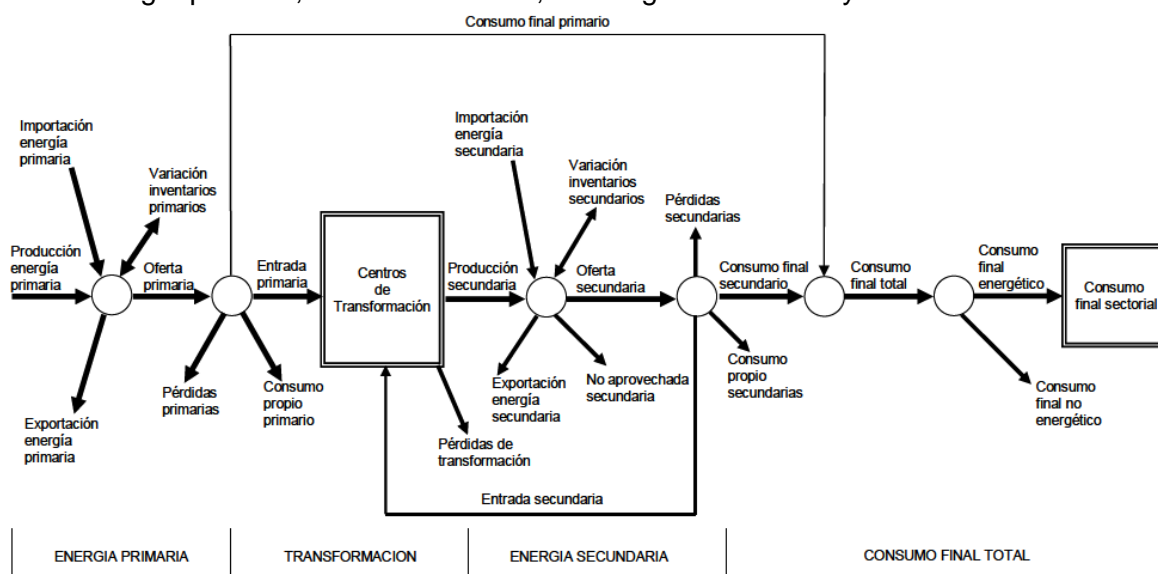


Figura 1: Cadena energética, fuente OLADE

Según la misma fuente anterior, el balance de energía “es la contabilización de los flujos de energía en cada una de las etapas de la cadena energética y las relaciones de equilibrio entre la oferta y la demanda, por las cuales la energía se produce, se intercambia con el exterior, se transforma y se consume; tomando como sistema de análisis el ámbito de un país o una región; y para un período determinado (generalmente un año)”.

El balance energético se define como *“el equilibrio entre la suma de la energía generada /transformada y la energía consumida en una región, indicando su origen y el modo en que se utilizan”* (Balance Energético - Metodología OLADE; Secretaria de Energía - República Argentina, Año 2003. Balance Energético - Metodología BEN).

Según OLADE, *“la matriz energética es el estudio del sector energético en que se cuantifica la oferta, demanda y transformación de cada una de las fuentes energéticas al interior del país, así como al inventario de recursos energéticos disponibles; considerando para estas variables su evolución histórica y proyección a futuro.*

El conocimiento y análisis de la matriz energética es un elemento básico para la planificación y aseguramiento del abastecimiento energético.”

Por otro lado, la OLADE, entiende, que, dentro del consumo de energía final, *“la energía final es la cantidad de fuente energética que se consume en cada uno de sectores económicos y sociales del país, sin importar las eficiencias en los equipos o artefactos consumidores.”*

Teniendo en cuenta las definiciones anteriores y la figura 1 de la cadena energética, a los fines del alcance de este trabajo y según sus objetivos, se propone realizar el estudio sobre una parte del equilibrio energético haciendo foco en el consumo final total, considerando que en la ciudad de Santa Fe no se genera energía.

Dentro del eslabón de la cadena energética del consumo final total nos centraremos en el análisis de la energía final para un período determinado.

En este punto la metodología BEN se aplica parcialmente, debido a que la información recolectada para el trabajo está agrupada con diferentes criterios, sin reagrupar por sectores como lo plantea la metodología. No obstante es posible realizar esta adaptación dado que el trabajo apunta a un análisis más global del consumo de energía.

Para la confección de la energía final de la Ciudad de Santa Fe se ha recopilado información relativa al año 2014 y anteriores, de consumo de electricidad, gas natural distribuido por red, gas envasado y derivados de petróleo para los distintos sectores económicos y sociales. La recopilación de esta información fue uno de los grandes desafíos a lo que nos vimos enfrentados ya sea por su dispersión y magnitud, como así también por la dificultad en su acceso.

Esta información fue proporcionada por los diferentes prestadores de estos servicios, que se detallan a continuación:

- La Empresa Provincial de Energía (EPE) proporcionó datos de consumo eléctrico, del período 2008-2014, discriminados por pequeñas demandas y grandes demandas.
- Litoral Gas Sociedad Anónima, es la empresa responsable de la distribución de gas natural por redes en la provincia de Santa Fe, aportando los datos de consumo discriminados por grandes usuarios, GNC, residenciales, comerciales, industriales y subdistribuidores.
- La Cooperativa Setúbal es la única subdistribuidora de Litoral Gas, suministró la información de consumo, discriminados por usuarios residenciales y grandes clientes.

- La Secretaría de Energía de la Nación, a través de la página oficial, proporciona información de consumos de combustibles líquidos y gaseosos en el período 2008 hasta el 2014.

Otro aspecto a considerar es la extensión oficial del territorio de la ciudad de Santa Fe, que normalmente se considera erróneamente con lo que se denomina Gran Santa Fe o área metropolitana, para verificar que los datos proporcionados se correspondan con la delimitación de la ciudad y obtener los resultados pertinentes que reflejen la situación local (www.santafeciudad.gov.ar).

La energía consumida a partir de biomasa se desprecia dado a la incertidumbre de los datos que se puedan obtener y al poco peso que este energético tiene dentro de la matriz (Morero y Latosinsky, 2010).

A partir de los datos recopilados de los diferentes consumos energéticos es necesario hacer una conversión específica para cada tipo de combustible o fuente, para unificar unidades de medida y que dichos datos sean comparables. La unidad de equivalencia elegida es la tonelada equivalente de petróleo (tep) (Estadísticas de Energía: Definiciones, Unidades de Medida y Factores de Conversión – Naciones Unidas, Nueva York 1987). A continuación se muestra la conversión de unidades de cada tipo de energético en tep.

Tabla I. Tabla de Conversiones.

Tipo de Energético	Unidad	Factor de Conversión	Unidad
Gas Natural	m ³	0.001	tep/m ³
Gas Licuado de petróleo	Ton	1.13	tep/ton
Biocombustible	m ³	0.6450	tep/m ³
Gas Oíl	m ³	0.8834	tep/m ³
Nafta	m ³	0.6748	tep/m ³
Electricidad	MWh	0.0001	tep/MWh

Para el caso específico de gas envasado, distribuido por varias empresas privadas en la ciudad, es dificultosa la estimación del volumen consumido. Esto se debe a la falta de suministro de información por parte de las empresas. En consecuencia, se ha aproximado la cantidad de gas envasado consumido según el censo poblacional 2010 del INDEC-IPEC (<http://www.indec.gov.ar/>).

En función del número de usuarios residenciales que cuentan con gas natural por red (81.202 usuarios residenciales), según datos aportados por las empresas distribuidoras a diciembre de 2014, se determinó el porcentaje de hogares particulares habitados que no poseen dicho servicio. Según el censo del año 2010 el total de hogares particulares habitados de la ciudad de Santa Fe es de 124927 hogares. Se estima que el 35% consume gas envasado GLP.

Teniendo el volumen de gas natural por red consumido se calculó su equivalente en poder calorífico, sabiendo que este valor representa el 65% del total del consumo, para luego determinar el valor que corresponde a aquellos usuarios que consumen gas licuado de petróleo (GLP). Con este dato se obtuvo su equivalente en tep como muestra la Tabla II.

Tabla II. Determinación del equivalente en Volumen de Gas Envasado.

Tipo de Energético	Consumo		Poder Calorífico		Conversión		Porcentaje de Hogares
Gas Natural por Red	57795721	m3	5,38E+11	kcal	57795,72	tep	65 %
Gas Envasado (GLP)	24118599	kg	2,89E+11	kcal	27254,02	tep	35 %

Debe aclararse que dicho cálculo se debe a que el poder calorífico de tales combustibles es diferente, como se observa en la siguiente tabla, impidiendo hacer una relación directa.

Tabla III. Poder Calorífico por Cantidad de Uso

Tipo de Energético	Unidad de Uso Común		Poder Calorífico	
Gas Natural por Red	1	m3	9300	Kcal
Gas Envasado (GLP)	1	kg	12000	Kcal

Continuando con la implementación de la metodología de la contabilización de la energía final y considerando las distintas fuentes como se describen en la Tabla I, es necesario determinar el valor per cápita de consumo de energía. Para eso se tiene en cuenta el número de habitantes de la ciudad de Santa Fe en 2014, que según las proyecciones del INDEC y del censo 2010, ha sido de 401300 habitantes.

Con la información recolectada sobre los distintos tipos de fuentes consumidas, se procede a ordenarla y agruparla en tres componentes básicos: la energía eléctrica, los combustibles líquidos y el gas. A partir de ellos se realiza un desglose, como se explica a continuación:

2.1 Electricidad

La empresa provincial de la energía (EPE) brindó el consumo anual de los usuarios en el período 2008-2014, con una distinción entre grandes y pequeños consumidores, y a su vez, considerando para cada uno de ellos otros subsectores. Dado que el número de usuarios denominados "Grandes Clientes" (grandes consumidores) es poco significativo en relación al total, no se ha realizado el desglose en subsectores. En la Tabla IV se muestra la clasificación del consumo eléctrico en sectores de usuarios.

Tabla IV. Sectores de usuarios de electricidad

Residencial
Comercial
Industrial
Oficial
Alumbrado Público
Grandes Clientes

2.2 Combustibles líquidos

De los datos brindados por la Secretaría de Energía de la República Argentina se agrupan los distintos tipos de un mismo derivado para resumir la información como se muestra en la Tabla V. Esta simplificación es posible realizarla dado que, para el presente trabajo, no es de interés conocer el modo en que se utiliza cada tipo de combustible.

Tabla V. Sectores de usuarios de combustibles líquidos

Información de Origen	Resultados comparables
Gas Oíl Grado 1	Gas Oíl
Gas Oíl Grado 2	
Gas Oíl Grado 2B	
Gas Oíl Grado 3	
Kerosene	Kerosene
Nafta "común" hasta 92 Ron	Nafta
Nafta "Premium" de más de 95 Ron	
Nafta "súper" entre 92 y 95 Ron	

2.3 Gas

En función de la información provista por Cooperativa Setúbal, Litoral Gas Sociedad Anónima y la Secretaría de Energía de la República Argentina, el consumo de gas se puede discriminar en los distintos sectores de usuarios como lo muestra la Tabla VI.

Tabla VI. Sectores de usuarios de gas

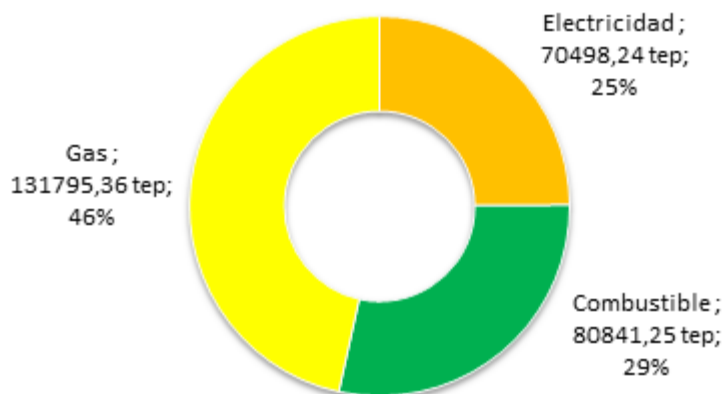
Grandes Usuarios
Comercial/Industrial
Residencial
GNC
Gas Envasado

De esta forma se han agrupado las distintas fuentes de energía consumidas en la ciudad, en función de los datos recaudados, y discriminados por sectores, para conocer la importancia de cada energético, de dónde provienen y el modo en que se utilizan.

3. Resultados y Discusión

Luego de realizar las conversiones de unidades de las fuentes correspondientes en una sola unidad, toneladas equivalentes de petróleo (tep), y agrupar los tipos de fuentes y usuarios como se detalló en el punto anterior, se confeccionó la distribución del uso final por energético de la ciudad de Santa Fe para el año 2014, cuyo consumo energético total fue de 283134,85 (tep). En

la Figura 1 se muestran los totales por tipo considerado y los porcentajes correspondientes, usando las fuentes de información citadas en el punto 2.



Fuente: Elaboración propia con datos extraídos de los prestadores de servicios

Figura 1. Distribución del uso final de la energía en la Ciudad de Santa Fe 2014.

Del análisis de la Figura 1 surgen las siguientes conclusiones:

- El mayor consumo corresponde a Gas (Natural y envasado). Esta situación se fundamenta con la expansión de la red de distribución del servicio en los últimos años, para satisfacer el consumo residencial, industrial y de estaciones de GNC. Por otra parte, los usuarios optan por este tipo de combustible por los beneficios que tiene en relación al costo, la continuidad en el suministro, la reducida emisión de dióxido de carbono, la ventaja de su consumo en procesos productivos, entre otros. En el transporte y debido al incremento del precio del barril de petróleo y a la actualidad económica del país, la mayoría de los usuarios prefieren el uso del GNC en lugar de los combustibles líquidos.
- Es conocido que los combustibles derivados del petróleo son los que más generan emisiones de CO₂, pero, según la matriz presentada en la Figura 1, estos representan el 29 % del total del consumo.

Luego se obtuvieron los siguientes indicadores que reflejan el consumo per cápita para los diferentes tipos de fuentes de energía, reflejando el comportamiento individual de la población que es un parámetro fundamental para comparar a futuro la respuesta ante diferentes escenarios.

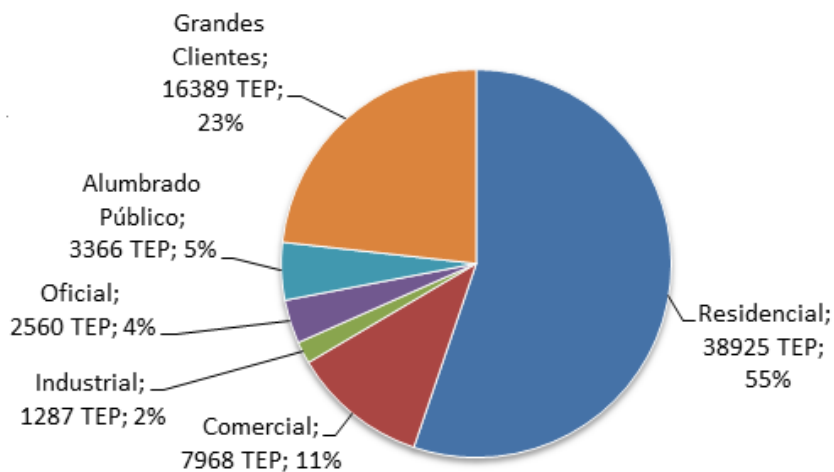
Tabla VII. Indicadores

Energético	Consumo per cápita (tep)
Electricidad	0,18
Combustible	0,20
Gas	0,33
TOTAL	0,71

A futuro se propone profundizar el análisis, con búsqueda de identificar los usos finales de cada energético y en qué proporciones.

3.1 Electricidad

En el caso de la energía eléctrica, representada en la Figura 2, el mayor consumo se debe al uso residencial, con un 55% del total, sin embargo cabe destacar que aproximadamente el 0.20 % de los usuarios de la ciudad forman parte de lo que se denominan grandes clientes que son aquellos que consumen más de 20 KW en promedio de 15 minutos consecutivos. Este grupo se lleva casi el 23% de la electricidad requerida en el periodo 2014, cuyo consumo por usuario es de 542945,39 KWh/usuario, lo cual es sumamente importante, si se lo compara con el consumo por usuario residencial, 2909,61 KWh/usuario.

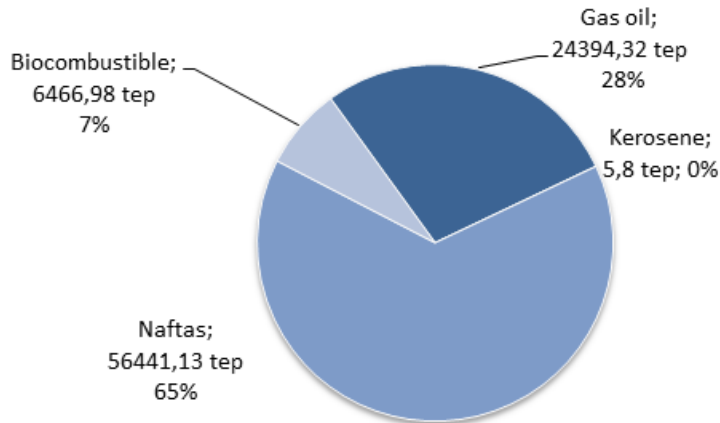


Fuente: Elaboración propia con datos extraídos de la EPE.

Figura 2. Consumo de Energía Eléctrica por sectores socioeconómicos.

3.2 Combustible

El principal uso que se les da al combustible se debe al transporte, observando que la mayoría de los usuarios optan por vehículos nafteros, debido a que la adquisición de estos es de un menor valor. Sin embargo, el costo comercial de venta de las naftas en las estaciones de servicio es mayor que el correspondiente al gas oil. Respecto al 7 % de uso de biocombustibles, el mismo se debe a que hoy en día se cortan los combustibles con un porcentaje que corresponde al 7% en biodiesel para el diésel y un 10 % de etanol para las naftas, con el fin de reducir las importaciones, diversificar la matriz, disminuir los gases de efecto invernadero y mitigar el efecto del precio del crudo.



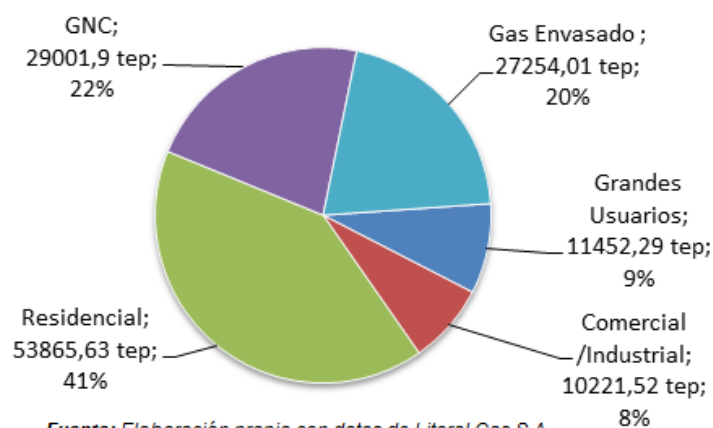
Fuente: Elaboración propia con datos extraídos de la Secretaría de Energía.

Figura 3. Consumo por Tipo de Combustible.

3.2 Gas

Respecto al consumo de gas, Figura 4, el sector de mayor consumo es el residencial, con un consumo del 41%, dado que las redes de gas natural están distribuidas por gran parte de la ciudad. Además es de conveniencia para los usuarios por ser el energético accesible más económico, fundamentalmente debido a que se encuentra subsidiado por el Estado Nacional, empleándose para el calentamiento de agua para el aseo y lavado, cocción de alimentos y calefacción. Todos estos beneficios alientan al usuario a optar por este tipo de combustible, sin preocuparse por los volúmenes consumidos. En cuanto al uso que le dan los sectores comerciales, industriales y grandes usuarios, se observa un consumo por usuario excesivo, dado que representan el 17 % del total (solo diez usuarios).

Otro aspecto a resaltar es la importancia que tiene el gas natural comprimido en la matriz, con un consumo mayoritario para el transporte, con incrementos en correspondencia al aumento de la plaza automotriz.



Fuente: Elaboración propia con datos de Litoral Gas S.A., Cooperativa Setúbal y Secretaría de Energía.

Figura 4. Consumo de Gas por sector.

4. Conclusiones

- Los resultados obtenidos a partir de la metodología definida se adaptan a los objetivos iniciales, reflejando la distribución del uso final de energía por sector socioeconómico de la ciudad en forma global.
- El uso final de energía de la ciudad de Santa Fe del año 2014 proviene, mayoritariamente de energía no renovable.
- Se presenta una irregularidad en el consumo por tipo de usuarios, es decir, existe un número reducido de población que insume grandes cantidades de energía contra una población mayor que consume valores menores per cápita.
- En cuanto al consumo energético debido al combustibles líquidos, los usuarios optan por las naftas.
- Se observan mayores consumos en aquellos energéticos subsidiados.
- Carencia de un organismo que procese y facilite información referente al tema tratado.
- Este trabajo forma parte del proyecto de investigación “Modelización del balance energético sustentable para la ciudad de Santa Fe” en la UTN Santa Fe.
- Este tipo de análisis sirve para el diseño de políticas de eficiencia energética o políticas energéticas a los efectos de mejorar el desempeño energético de manera tal de disminuir la emisión de gases de efecto invernadero y tender a un desarrollo sustentable.

5. Reconocimientos

Se agradece la colaboración de la Empresa Provincial de Energía (EPE), Cooperativa Setúbal y Litoral Gas S.A. por el aporte de los datos necesarios para el desarrollo de este trabajo.

6. Bibliografía

- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD (2015), International Energy Agency (2015), www.iea.org (visitada en agosto de 2015)
- Plataforma Escenarios Energéticos 2035 (2015), <http://www.escenariosenergeticos.org/publicaciones> (visitada en agosto 2015)
- Betzabet Moreno y Francisco Latosinski, “La Matriz Energética de la Ciudad de Santa Fe: Análisis y Recomendaciones” Trama Tierra (Año 2010).
- Balance Energético- Metodología OLADE; Balance Energético- Metodología BEN
- Secretaría de Energía- República Argentina (Año 2003). <http://www.energia.gov.ar> (visitada en agosto 2015)
- INDEC. Proyecciones elaboradas en base al censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010.
- Página Oficial de la Ciudad de Santa Fe: <http://www.santafeciudad.gov.ar/>
- Página Oficial de Litoral Gas S.A.: <http://www.litoral-gas.com.ar/site/>
- Página Oficial de la Secretaría de Energía de la Nación: <http://www.energia.gov.ar/home/>
- Página Oficial de la Cooperativa Setúbal: <http://setubalcoop.com.ar/#&panel1-1>
- Página Oficial de la Empresa Provincial de Energía (EPE): <http://www.epe.santafe.gov.ar/>
- Página Oficial del Banco Interamericano de Desarrollo (BID): <http://www.iadb.org/es/temas/energia/base-de-datos-de-energia/base-de-datos-de-energia,19144.html?view=v11>

- Páginas de Unidades de Conversión:
- <http://www.cne.es/cgi-bin/BRSCGI.exe?CMD=VEROBJ&MLKOB=572523585353> (visitada en octubre de 2014)
- http://unstats.un.org/unsd/publication/SeriesF/SeriesF_44S.pdf