

39

Fecha de presentación: junio, 2022
Fecha de aceptación: agosto, 2022
Fecha de publicación: noviembre, 2022

DIAGNOSTICO ENERGÉTICO

COMO ELEMENTO DE LA GESTIÓN ENERGÉTICA MUNICIPAL EN COLOMBIA: CASO ESTUDIO MUNICIPIO DE SABANALARGA

ENERGY DIAGNOSIS AS AN ELEMENT OF MUNICIPAL ENERGY MANAGEMENT IN COLOMBIA: CASE STUDY MUNICIPALITY OF SABANALARGA

Fabio Andrés Bermejo Altamar¹

E-mail: fbermejo2@cuc.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1765-7802>

Juan José Cabello Eras²

E-mail: juancabellose@correo.unicordoba.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0949-0862>

Jenny Correa Soto³

E-mail: jcorrea@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2007-9268>

¹Universidad de la Costa: Barranquilla. Colombia.

²Universidad de Córdoba. Colombia

³Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez" Cuba

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Bermejo Altamar, F. A., Cabello Eras, J. J., & Correa Soto, J. (2022). Diagnostico energético como elemento de la gestión energética municipal en Colombia: caso estudio municipio de Sabanalarga. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(6), 378-387.

RESUMEN

El artículo se enfoca en establecer el diagnostico energético del municipio de Sabanalarga (Atlántico) – Colombia, con el fin de determinar sus consumos, usos significativos de energía, flujos energéticos, indicadores por sector y por habitantes, para instaurar la revisión energética inicial propuesta por la norma ISO 50 001:2018 y de este modo diseñar e implementar a corto plazo un sistema de gestión energética municipal. Los resultados al ser comparados con indicadores nacionales e internacionales muestran la falta de industrialización del municipio, el uso de sistemas ineficientes de energía como la leña y un alto consumo de electricidad per cápita fomentado por el bajo nivel en cultura de ahorro energético por parte de la población. Este diagnóstico energético les proporciona a las autoridades municipales los indicadores necesarios para tomar decisiones relacionadas con políticas, programas y la planeación energética municipal con el fin de mejorar el desempeño del municipio mediante la implementación de programas de ahorro energético, sistemas eficientes y buscar fuentes de generación a través de recursos renovables no convencionales que diversifiquen la matriz energética del municipio.

Palabras clave: Diagnostico energético municipal, energía, revisión energética, intensidad energética, gestión energética municipal.

ABSTRACT

The article focuses on establishing the energy diagnosis of the municipality of Sabanalarga (Atlántico) - Colombia, in order to determine its consumption, significant uses of energy, energy flows, indicators by sector and by persons, to establish the initial energy review proposed by the ISO 50 001: 2018 standard and thus design and implement a municipal energy management system in the short term. The results, when compared with national and international indicators, show the lack of industrialization of the municipality, the use of inefficient energy systems such as firewood and a high consumption of electricity per capita promoted by the low level of savings culture and use of energy. This energy diagnosis will give the municipal authorities the necessary indicators to make decisions related to policies, programs and municipal energy planning in order to improve municipal performance through the implementation of energy saving programs, efficient systems and seek sources of generation to through non-conventional renewable resources to diversify the matrix of the municipality.

Keywords: Municipal energy diagnostic, energy, survive energy, energy intensity, municipal energy management.

INTRODUCCIÓN

En Colombia, el consumo eléctrico de los municipios de segunda y tercera categoría (Congreso de Colombia ley 136 de 1994, 2021) corresponde hasta el 42% en los departamentos más importantes del país (SUI, 2021). Esta participación nada despreciable, hace necesarias estrategias que le permitan a las autoridades utilizar de forma adecuada los recursos económicos disponibles para asegurar el cumplimiento de los objetivos relacionados con la ley 1715 del UPME (UPME, 2014). Aunado a esto, las quejas y problemas en el suministro de la electricidad en los municipios por parte de los distribuidores (Montalvo, 2016) se ha convertido en un problema trascendental para el país, el cual debe ser atendido a corto plazo por parte del gobierno. En el sector transporte y el gas natural, la situación no es diferente, el abastecimiento de combustibles líquidos en estos municipios se ve afectado por problemas de orden público y por el mal estado de carreteras y vías de acceso. La cobertura del gas natural residencial no es del 100% (Minenergía, 2021) en las cabeceras municipales lo que obliga a muchos hogares a cocinar con leña, contribuyendo a una participación en la matriz energética nacional entre el 7 y 8%, es decir un poco más de 5 millones de personas usan este combustible sólido en sus cocinas (Portafolio, 2020).

Esta desigualdad energética (Pachauri, 2014) existente entre los principales centros urbanos del país y municipios, además de los escenarios descritos, generan la necesidad de implementar un sistema de gestión energética municipal (SGEM) que ayude a estas municipalidades a utilizar de forma eficiente los recursos energéticos con el fin de garantizar la disponibilidad, el abastecimiento energético, la utilización de fuentes renovables no convencionales y el incremento de la eficiencia energética en los municipios contribuyendo a la mejora continua de la calidad de vida de los ciudadanos. Adicionalmente no existe una metodología para elaborar un diagnóstico energético en este tipo de municipios.

Un SGEM se basa en la planificación de la energía, las matrices de generación y consumo energético incluyendo las fuentes renovables de energía (FRE) e indicadores energéticos que posibilitan la gestión de los gobiernos locales sobre los recursos energéticos territoriales (Correa, et al., 2018).

La primera etapa del SGEM corresponde a la caracterización energética, es decir establecer mediante un diagnóstico la línea base del municipio de acuerdo con la norma ISO 50 001: 2018. En esta etapa se identifican los principales consumos por sector y tipo de energía, mediante balances se determinan las fuentes de generación

y los consumos finales de los flujos energéticos. Además, se establecen los indicadores del municipio, que serán utilizados como referencia para implementar estrategias de mejora que incrementen su desempeño.

Se han realizado investigaciones a nivel nacional y mundial relacionadas con la temática, en Colombia el único antecedente encontrado se desarrolló en la ciudad de San Juan de Pasto (Gómez D et al, 2015) con el objetivo de establecer su consumo energético urbano. En este trabajo los autores implementaron metodologías de tratamiento integral de la energía como el balance y diagnóstico energético, permitiendo caracterizar el valor energético de la ciudad, conformar la estructura de su balance energético, consolidar cuantitativamente las principales variables del mismo y plantear un diagnóstico energético inicial. Los hallazgos encontrados se relacionan con el consumo energético per cápita de 2,44 BEP/hab discriminados con 1,96 BEP/hab de fuentes derivadas del petróleo y 0,49 BEP/hab de otras fuentes, la intensidad energética hallada fue de 0,1546 BEP/(PIB millones de pesos). Este trabajo inédito, es la única referencia existente en Colombia relacionada con diagnósticos energéticos en municipalidades.

En Cuba, la gestión energética local ha sido desarrollada en el municipio de Cienfuegos (Correa et al, 2021). En primera instancia los autores realizan un balance energético de la ciudad para establecer en el período 2012 - 2016 todos los flujos energéticos del municipio donde se refleja que la electricidad constituye la principal fuente de energía con una contribución del 45,2%, habiendo sufrido una reducción desde el año 2012 en el que representaba aproximadamente el 47,5% del consumo total de energía final. Por su parte, las FRE mostraron un ascenso notable de aproximadamente un 10% entre los años 2012 y 2017, lo cual permitió proyectar la matriz energética local.

Elaborar propuestas de mejora a partir de diagnósticos energéticos en municipios ha sido implementado en ciudades cubanas (Gonzales, 2010). En este trabajo, se identifica en el municipio de Pinar del Río la ineficiente explotación del transporte de carga automotor, por lo que se decidió elaborar una propuesta de mejoras que permitieran resultados superiores en los indicadores técnico-económicos que miden la eficiencia en la explotación del transporte de carga.

En España se realizó un diagnóstico energético en el municipio de Vitoria-Gasteiz con el fin de diseñar propuestas para la elaboración de la hoja de ruta e implementar estrategias de transición energética municipal 2020-2030 (Martínez F.S et al, 2020). Este trabajo permitió trazar políticas energéticas apuestan por el desarrollo de las

FRE, mejorar la eficiencia en la cobertura de la demanda, eliminar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y eliminar el consumo de combustibles fósiles. Todo esto tomando como referencia la Hoja de Ruta de descarbonización que marca la Unión Europea, en 2050 se deberá haber alcanzado un 80% de reducción de las emisiones de GEI respecto a los niveles de 1990, exclusivamente mediante reducciones internas, sin créditos internacionales.

Los diagnósticos energéticos no solo son empleados para la implementación de sistemas de gestión, en la provincia de Jaén – España, se realizó con el objetivo de incorporar la eficiencia energética a nivel local en los planes de optimización energética municipal (García, 2006). En la revisión energética de los ayuntamientos de la provincia para una población de 645111 habitantes, se estableció un consumo eléctrico de 81911 MWh/año, un consumo de energía térmica de 21213 MWh/año y un consumo de energía primaria 23031 TEP para un costo de 8908550 euros. El diagnóstico energético inicial, permitió el desarrollo y la implementación de un modelo de planificación energética a nivel local de los municipios de Jaén, considerando la situación de partida, supondría obtener un ahorro de energía cifrado en 4279 TEP/año, que porcentualmente se situaría en un 18,6 % del consumo detectado y un ahorro económico, a precios de 2002, de 1866679 euros). Asimismo, como consecuencia el ahorro de energía detectado, las toneladas evitadas de CO₂ en la Provincia ascenderían a unas 21.000 anuales.

Los diagnósticos energéticos como herramienta inicial permiten elaborar propuestas de planes de eficiencia energética en edificios públicos (Cinquantini, 2017); en la ciudad de Buenos Aires - Argentina un estudio al respecto desarrolla un modelo de diagnóstico energético como propuesta de un plan de eficiencia energética en edificios públicos, todo esto para establecer la línea de base de los consumos energéticos en los edificios municipales que evidencia la situación actual, evaluar los ahorros potenciales y la propuesta un plan de ahorro y eficiencia energética.

La primera etapa para promover el desarrollo de un SGEM es la conciencia de las autoridades (Fenton et al., 2016) y el diagnóstico energético como una herramienta indispensable (Correa et al., 2018; Kurahassi, 2006), el cual explora la matriz local de suministro y consumo energético para los sectores residencial, industrial, comercial y terciario, e identifica los factores críticos en el uso de la energía (Brandoni & Polonara, 2012)

Si bien el tema se ha estudiado en otras latitudes, en Colombia no existen antecedentes para ciudades de

segunda y tercera categoría, de este modo se propone una metodología para el diagnóstico energético basado en la norma ISO 50 001:2018, en donde se establece para el municipio la matriz energética, el diagrama de Sankey, los consumos por sector, consumos per cápita por sector e intensidad energética, además de otros indicadores por sectores que son comparados con los del país y con los encontrados en el estado del arte para municipios similares.

MATERIALES Y MÉTODOS

La propuesta para realizar el diagnóstico energético al municipio se hace sobre la base el apartado de la revisión energética de la norma ISO 50 001:2018, la cual se describe en la figura 1. Este esquema de revisión energética para una organización o empresa es adaptado tomando las entradas, alcances y salidas relevantes para un municipio.



Figura1. Esquema de una revisión energética adaptado de metodología para la planificación energética a partir de la norma ISO 50 001 para Municipios.

Fuente: (RECIEE, 2019)

La información de entrada fue consultada mediante bases de datos nacionales abiertas y base de datos municipales, de donde se pudo establecer lo siguiente.

- Histórico del consumo de energía eléctrica anual en kWh del municipio (a partir del 2003) total y por sector.
- Histórico del consumo de gas natural residencial y no residencial en m³ del municipio (a partir del 2003) total y por sector.

Para calcular el consumo energético en MJ se utilizó la ecuación

$$E = V * PCI \quad (1)$$

Donde:

V: Volumen de gas natural consumido (m³)

PCI: Poder calorífico inferior del gas natural de la Guajira en 35,43 MJ/m³.

- Consumo de leña para los años 2019 y 2020 en Kg.

$$M_{leña} = (365)(N_{hogares})(n)(L) \quad (2)$$

Donde:

$N_{hogares}$: Número de hogares que cocinan con leña, informe del primer trimestre de 2019 de la red nacional de gas natural

n : Promedio de personas por hogar, se obtiene del cociente entre el número de predios y la cantidad de personas de acuerdo con el censo del 2018 en el municipio (DANE, 2018)

L : cantidad de leña usada en Colombia per cápita es de 3,39 Kg/persona – día (UPME, 2019).

La energía suministrada por la quema de la leña se calcula con la ecuación (3)

$$E_L = M_{leña} * PCI_{leña} \quad (3)$$

Donde:

$PCI_{leña}$ = 17MJ/kg, Poder calorífico inferior de la leña.

- Consumo de combustibles líquidos en galones del municipio (Histórico 2018)

El valor energético se obtiene con la ecuación (1) en donde se toman los valores para el PCI.

Gasolina motor: 126,21 MJ/gal

Diésel: 135,87 MJ/gal

- Histórico de población del municipio en habitantes a partir del 2018 (DANE, 2021).
- Población en habitantes por estrato a 2020 (Base de datos municipales)
- PIB histórico del municipio en MM de COP a partir de 2010 (DANE, 2021)
- Vehículos de transporte público y privado del municipio a 2021 (Bases de datos municipales)

Una vez obtenida esta información, se utilizan técnicas y herramientas para la revisión energética, obteniéndose, como resultado:

- La matriz energética del municipio;** permite identificar los tipos de energía usados y la contribución de cada uno sobre el consumo total. Los consumos por cada tipo de energía son llevados a una unidad equivalente, en este caso TOE "Toneladas equivalentes de

petróleo". Se utiliza la herramienta Excel para la elaboración de la matriz

- Diagrama energético productivo (Diagrama de Sankey):** muestra en un mismo esquema los flujos energéticos y productivos, y permite visualizar los usos y tipos de energía utilizados. Se parte de la matriz energética diferenciando los servicios y sectores que transforman la energía. Para elaborar el diagrama se usa la herramienta informática disponible en www.SlideHunter.com
- Uso significativo de energía (USE) y diagrama de Pareto:** Los USE corresponden a los sectores, sistemas, procesos o equipos con consumos sustanciales de energía o con potenciales considerables para la mejora del desempeño energético y son identificados en el diagrama de Pareto, el cual se construye por los sectores de consumo. Este diagrama se elabora con el uso de la herramienta Excel.
- Consumos de energía per cápita:** Se determina empleando la ecuación (4).

$$e = \frac{E}{n} \text{ [kWh/hab], [TOE/hab]} \quad (4)$$

Donde:

E : corresponde al consumo energético en kWh o TOE

n : Corresponde a la cantidad de habitantes del municipio.

Este consumo es calculado por sector, es decir para el sector eléctrico, gas natural, transporte, etc.

- Intensidad energética:** Este indicador evalúa la relación entre "el consumo de energía y la capacidad de producción de la economía"

I = Consumo final (TJ)/PIB (Miles de millones COP)

Este indicador es calculado para los años, 2018, 2019 y 2020, debido a que no existe evidencia del consumo de combustibles líquidos del 2017 hacia atrás.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presentan los resultados encontrados luego de realizar la revisión energética

Matriz energética

La matriz energética del municipio de Sabanalarga – Atlántico se realizó en los años 2019 y 2020, con el fin de analizar el efecto de la pandemia en el consumo energético del municipio en toneladas equivalentes de petróleo (TOE).

Tabla 1. Matriz energética del municipio de Sabanalarga del 2019 y 2020

Energía	2019		2020	
Electricidad	6803,3	21,6	7803,0	22,8
Gas Natural	2566,9	8,1	2820,9	8,2
Leña	6658,0	21,1	10460,2	30,6
Combustibles líquidos	15474,7	49,1	13115,2	38,3
Total	31502,8	100,0	34199,3	100,0

Fuente: Autores

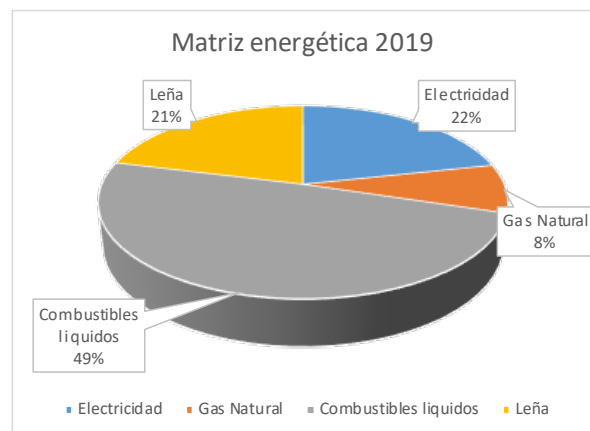


Figura 2. Matriz energética del municipio de Sabanalarga en el año 2019.

Fuente: autores

En las figuras 2 y 3 se puede observar el efecto de la pandemia en la matriz energética del municipio del año 2019 al 2020. El confinamiento decretado por el gobierno nacional en el 2020 hizo que disminuyera en un 11% el porcentaje de contribución al consumo de los combustibles líquidos y que aumentara en un 1% la electricidad mientras que el consumo de gas se mantuvo constante.

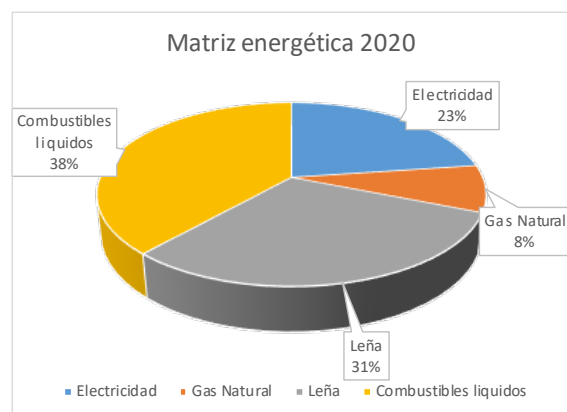


Figura 3. Matriz energética del municipio de Sabanalarga en el año 2020.

Fuente: autores

Se muestra un aumento del 10% en el uso de la leña del 2020 respecto al 2019, la pérdida de usuarios por parte del distribuidor de gas natural producto de la caída de la economía por la pandemia ha generado que más hogares usen esta fuente en sus cocinas como energético.

La figura 4 muestra para el 2020 el consumo por tipo de energético, resaltándose el consumo de leña con un 31% como el de mayor contribución

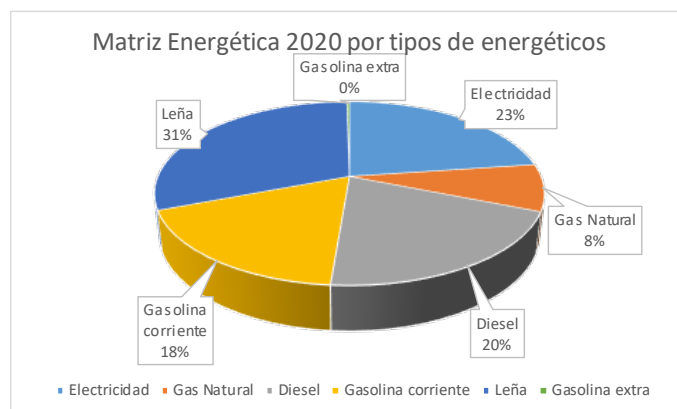


Figura 4. Matriz energética del municipio de Sabanalarga en el año 2020 por tipo de energético.

Fuente: autores

Este escenario muestra la ausencia del consumo de energía proveniente de fuentes renovables no convencionales como la solar, eólica y biomasa.

Las figuras 5 y 6 muestran el consumo final de la energía por sector para los años 2019 y 2020, en donde se puede apreciar la tendencia para el 2020 de disminuir el consumo del sector transporte y aumentar para los sectores residenciales como efecto de la pandemia.

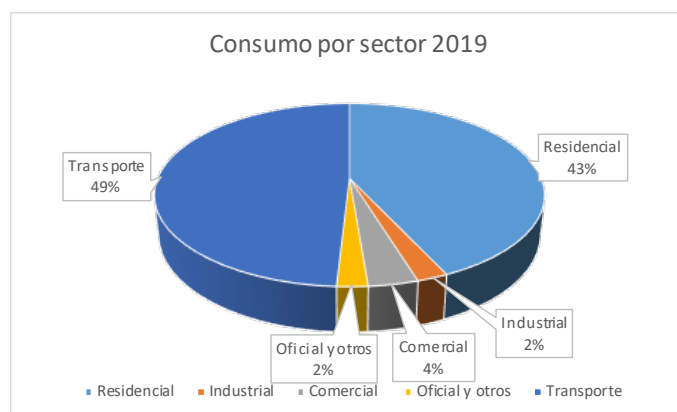


Figura 5. Consumo por sector del municipio año 2019.

Fuente: autores

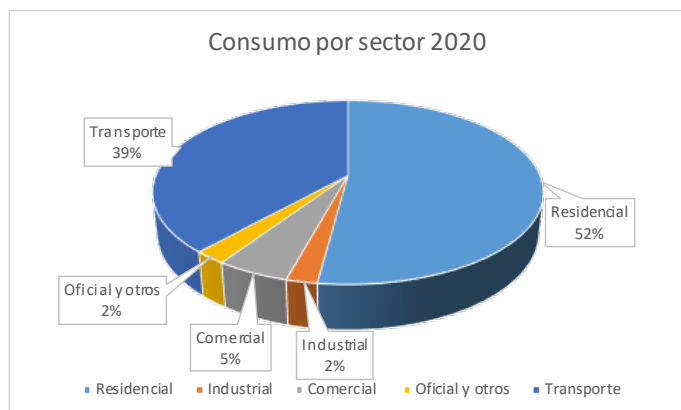


Figura 6. Consumo por sector del municipio año 2020.

Fuente: autores

Diagrama energético productivo (Diagrama de Sankey)

Las figuras 7 y 8 muestran el diagrama de Sankey para los años 2019 y 2020. En estos diagramas se pueden observar los flujos energéticos desde las distribuidoras hasta su uso final. Se destaca el consumo de combustible Diésel con una contribución del 26,14% y 20,23% para los años 2019 y 2020

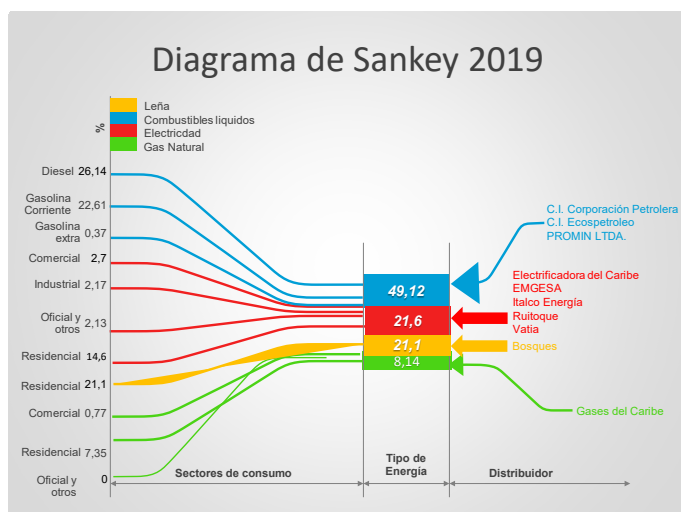


Figura 7. Diagrama de Sankey 2019.

Fuente: autores

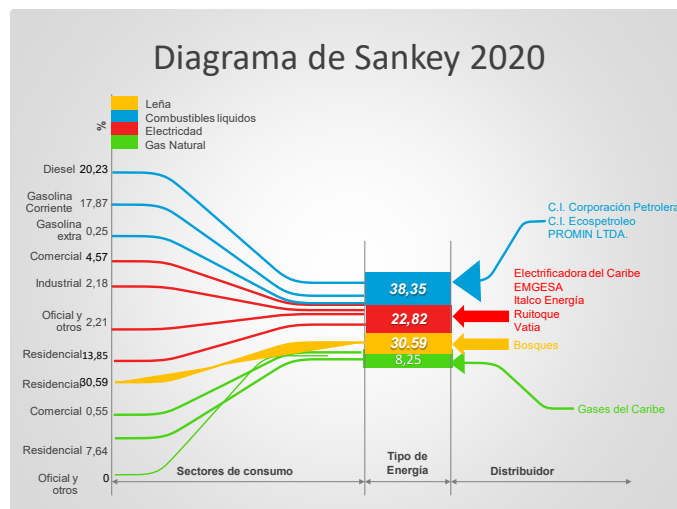


Figura 8. Diagrama de Sankey 2020.

Fuente: autores

El sector residencial consumió para el 2020 el 52% de la energía del municipio por el aumento significativo de la leña en los estratos bajos. No se presenta una diferencia significativa en ambos diagramas, pero si se ve la inclusión de nuevas empresas distribuidoras del servicio eléctrico en las que se destaca AIRE en remplazo del Electricaribe en el sector residencial.

Uso significativo de energía (USE) y diagrama de Pareto

Los usos significativos de la Energía se pueden observar en los diagramas de Pareto para ambos años. El sector residencial y transporte con los vehículos de servicio público, particulares y motos se llevan más del 80% de la energía en el municipio para ambos años, la ausencia de industrias, el uso de la leña como combustible en cocinas y la informalidad en el transporte han influenciado para que esto suceda.

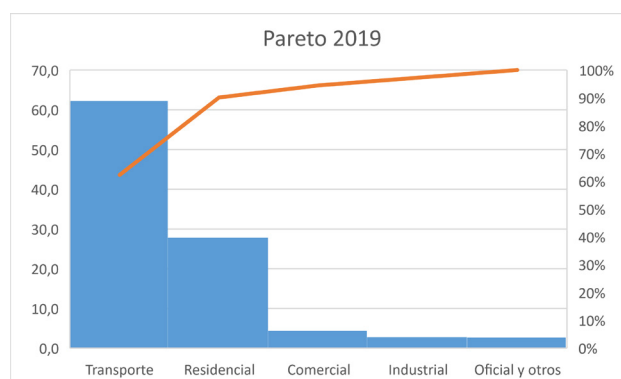


Figura 9. Diagrama de Pareto 2019.

Fuente: autores

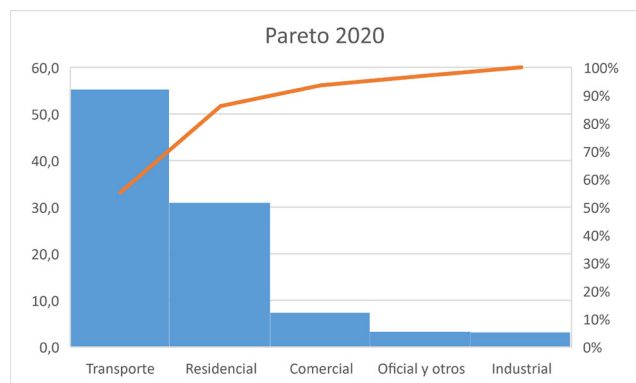


Figura 10. Diagrama de Pareto 2020.

Fuente: autores

Como usos significativos de la energía en el municipio se destacan, lo cual se evidencia en las figuras 9 y 10:

- Sector Residencial 28% para el 2019 y 31% para el 2020.
- Sector Transporte 62% para el año 2019 y 55% para el 2020.

Consumos de energía per cápita

Los consumos de energía per cápita del municipio para los años 2019 y 2020 en toneladas equivalentes de petróleo (TOE) y barriles equivalentes de petróleo (BOE), se muestran a continuación:

Año	BOE/hab	TOE/hab
2019	2,32	0,32
2020	2,44	0,34

Tabla 2. Energía consumida per cápita en Sabanalarga para los años 2019 y 2020.

Fuente: autores

Si se comparan estos resultados con los de la ciudad de Pasto para el 2011 (Gómez et al, 2015), se observa el mismo indicador para Sabanalarga en el 2020 y el año 2019 ligeramente por debajo, es decir el municipio consume por habitante la misma energía que los habitantes de Pasto hace 9 años.

Los consumos per cápita para cada energético se muestran en la tabla 3.

Consumo por habitante	2019	2020
Consumo electricidad (kWh)/hab	815,65	907,08
Consumo Gas Natural (m3)/hab	31,27	33,32
Consumo Diesel (gal)/hab	26,16	21,31
Consumo gasolina motor (gal)/hab	24,36	20,27
Consumo gasolina extra (gal)/hab	0,40	0,28
Consumo de leña (Kg/hab)	169,03	257,50

Tabla 3. Consumo per cápita de energéticos en Sabanalarga para los años 2019 y 2020.

Fuente: autores

La tabla muestra el efecto de la pandemia en los consumos energéticos del municipio, aumentado la electricidad, gas natural y leña para el 2020 y disminuyendo los combustibles líquidos para el sector transporte.

Para el sector eléctrico la figura 11 compara el consumo energético per cápita con el municipio por estratos.

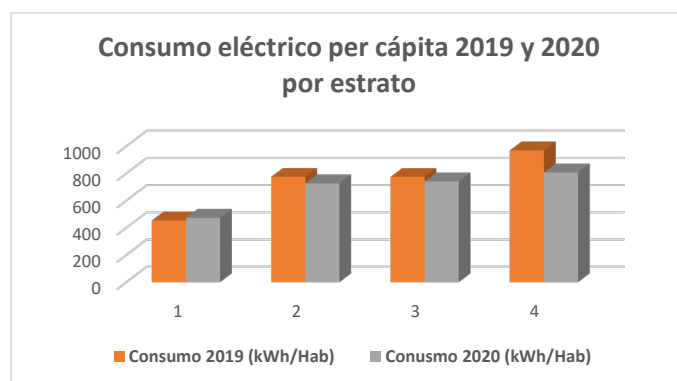


Figura 11. Energía eléctrica per cápita en Sabanalarga para los años 2019 y 2020 por estratos.

Fuente: autores

En la figura 12, se comparan estos indicadores con los valores promedio encontrados a nivel departamental y nacional en 2019 (Cabello et al, 2021). Solo el estrato 4, el más alto del municipio con 968,6 kWh/hab superó el indicador promedio residencial departamental el cual se encuentran en 944,8 kWh/hab, cabe anotar que el promedio residencial nacional es 532,8 KWh/hab

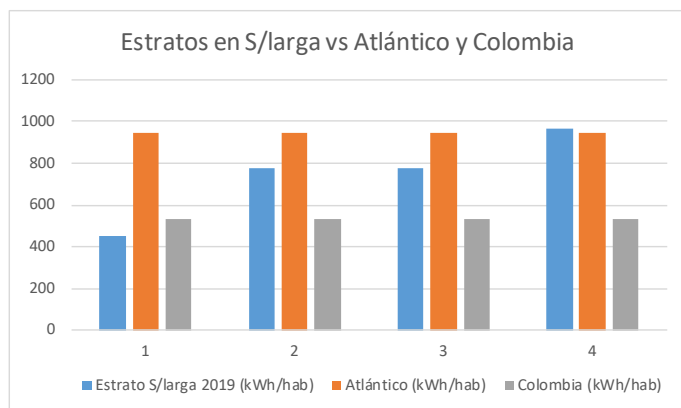


Figura 12. Comparación para el 2019 del consumo per cápita en electricidad por estratos vs el departamento y Colombia.

Fuente: autores

El consumo de electricidad per cápita del estrato 1 de 453,1 kWh/hab se encuentra por debajo del promedio departamental y nacional, pero está por encima de los 250 KWh recomendado por la IEA (*International Energy Agency*) en el año 2020 (IEA, 2020), para el umbral mínimo de una línea de pobreza energética extrema en hogares. Lo que significa que el municipio en su nivel socioeconómico más bajo consume un 90% más que el valor dado a nivel mundial, lo que indica que se tiene que profundizar más en las condiciones de vida de la población ambos niveles para explicar esta diferencia.

En cuanto al gas natural, no se encuentran datos actualizados para el consumo de gas natural per cápita en Colombia, sin embargo, para el 2012 (CorpoEMA et al, 2012) se establecieron consumos energéticos per-capitas residenciales para ciudades en Colombia por piso térmico. Al comparar estos valores con los del municipio, solo el estrato 3 con 48,53 m3/hab supera los 44 m3/hab encontrados en el estudio para ciudades por debajo de los 1000 msnm (metros sobre el nivel del mar), según muestra la figura 13.

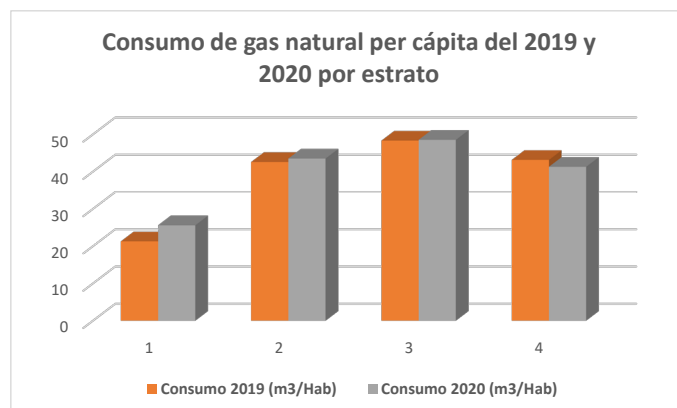


Figura 13. Gas natural per cápita en Sabanalarga para los años 2019 y 2020 por estratos.

Fuente: autores

Sector transporte

La figura 14 muestra el parque automotor del municipio al año 2019 el cual asciende a 10 628 vehículos.

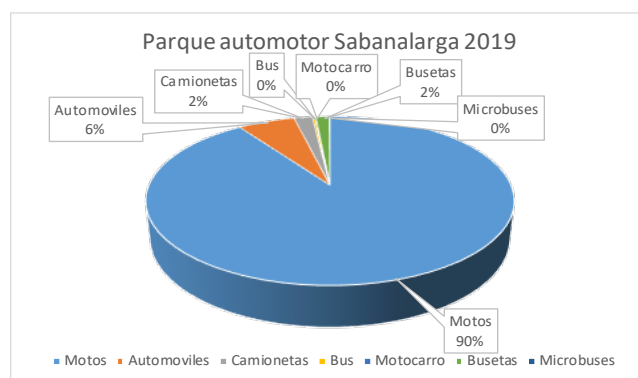


Figura 14. Parque Automotor del municipio al 2019.

Fuente: autores, datos municipales

La informalidad en el transporte público de pasajeros se evidencia en el mototaxismo, viéndose reflejado en la conformación total del parque automotor como el de mayor contribución

El consumo de combustible por automotor para el año 2019 se puede observar en la tabla 4.

Combustibles líquidos	Consumo en gal	Consumo por vehículo (gal/veh)
Diesel	2537532	7643,2
Gasolina	2401649	233,6
Total al 2019	4939181	7876,8

Tabla 4. Consumo de combustible por vehículo en 2019.

Fuente: autores

La energía en combustibles líquidos consumida por servicio en el sector transporte es del 92% para el servicio público y solo del 8% para particulares (figura 14), esto va de acuerdo con la caracterización del parque automotor del municipio, en la figura 15 se muestra el consumo de energía en el sector de transporte.

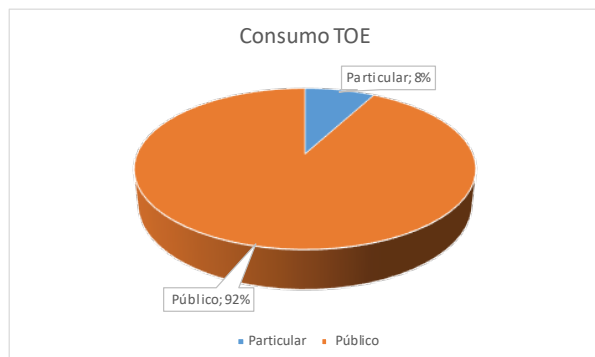


Figura 15. Consumo de energía en el sector transporte 2019. Fuente: Autores

Intensidad energética

Los datos de entrada para calcular la intensidad energética se muestran en la tabla 5.

Año	PIB (MMP)	Consumo TOE
2019	808	31502,8
2020	761	34199,3

Tabla 5. PIB y consumo de energía en Sabanalarga para los años 2019 y 2020.

Fuente: autores

La intensidad energética para los años 2019 y 2020 se muestra en la tabla 6.

Año	IE (TJ/MMP)	IE (BOE/MP)
2019	1,63	0,28
2020	1,88	0,32

Tabla 6. Intensidad energética de Sabanalarga para los años 2019 y 2020 en TJ/MM y BOE/M.

Fuente: autores

Este indicador nos muestra que está por encima del encontrado en la ciudad de Pasto para el año 2011, el cual estaba en 0,1546 BOE/MP, la que muestra que el municipio por cada millón de pesos gasta 0,16 BOE más que en esta ciudad hace 9 años, alrededor de un 48% más. Si se compara con la intensidad energética del país para el 2019 (UPME, 2020) se observa que el municipio se encuentra por debajo de los 2,2 TJ/MMP consumidos por

el país, la falta de industrias en el municipio reduce el consumo a los sectores residencial y de transporte lo que genera un bajo consumo por cada MMP producido

CONCLUSIONES

El diagnóstico energético del municipio de Sabanalarga (Atlántico) se logró determinar siguiendo la metodología recomendada por la norma ISO 50 001:2018, en donde se establecieron los consumos por tipo de energía, sector y habitante para los años 2019 y 2020 con el objetivo de analizar el impacto de la pandemia Covid 19. Esta información permitió elaborar la matriz energética del municipio e identificar los usos significativos de energía para establecer una línea base y así implementar un sistema de gestión energética en el municipio.

Los resultados al ser comparados con indicadores nacionales y de algunas referencias encontradas como la de la ciudad de Pasto, muestran el efecto de la desindustrialización del municipio, la ausencia de sistemas eficientes de energía y el uso de la leña como problema a resolver a corto plazo.

El consumo eléctrico per cápita del municipio de 907 kWh para el 2020, muestra un valor por encima de los 782 kWh establecidos por la "Energy for Growth Hub" de la fundación Rockefeller (EGH, 2020), para economías con una entrada per cápita de \$1956 USD para el año 2020.

Este diagnóstico energético le posibilita a las autoridades municipales indicadores como el consumo energético per cápita, consumo eléctrico per cápita, consumo de gas natural per cápita, consumo de combustibles líquidos por automotor e intensidad energética, con el fin de compararlos con los valores establecidos por organizaciones nacionales e internacionales. Estos indicadores muestran como la falta de industrialización del municipio afecta la intensidad energética y la ausencia de políticas de ahorro energético y el uso de tecnologías de conversión energética ineficientes aumentan su consumo energético. A esto se le suma el no uso de los recursos renovables no convencionales existentes en el pueblo como fuente para la explotación de energía primaria.

Después de realizar el diagnóstico energético, el municipio podrá tomar decisiones relacionadas con políticas, programas y la planeación energética municipal con el fin de mejorar el desempeño global mediante la implementación de programas de ahorro energético, sistemas eficientes y buscar fuentes de generación a través de recursos renovables no convencionales para diversificar la matriz del municipio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brandoni, C., Polonara, F., 2012. TECHNICAL AND ECONOMIC ASPECTS OF MUNICIPAL. *Int. J. Sustrain. Dev. Plan.* 7, 221–236. <https://doi.org/10.2495/SDP-V7-N2-221-236>
- Congreso de la Republica de Colombia ley 136 de 1994. (2021). *Por la cual se dictan normas tendientes a modernizar la organización y el funcionamiento de los municipios.* <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=329>
- Correa Soto, J., Sánchez Salmerón, D. M., Cabello Eras, J. J., Nogueira Rivera, D., & Díaz Viñales, Y. A. (2021). Balance energético como elemento de la gestión de gobierno local en Cuba: caso estudio municipio de Cienfuegos. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(1), 266-275.
- Correa Soto, J., Cabello Eras, J. J., Nogueira Rivera, D., Haeseldonckx, D., Sagastume Gutierrez, A., & Silva de Oliveira, L.F. (2018). Municipal Energy Management Model for Cuban First Level Municipalities. *Journal of Engineering Science and Technology Review*, 11 (6), 1-6.
- Cinquantini Miguel, Lucio Capalbo, Ricardo Bertolino, Emanuel Ayala, María José Heredia (2017). Modelo de diagnóstico energético con propuesta de plan de eficiencia energética en edificios públicos. *ANÁLISIS N° 19* – 2017.
- DANE “Departamento Administrativo Nacional de Estadística (2018). <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censonal-de-poblacion-y-vivenda-2018>
- EGH “Energy for Growth Hub”. (2020). *The Modern Energy Minimum: The case for a new global electricity consumption threshold.* <https://www.rockefellerfoundation.org/wp-content/uploads/2020/12/Modern-Energy-Minimum-Sept30.pdf>
- Fenton, P., Gustafsson, S., Ivner, J., Palm, J., Fenton, P., Gustafsson, S., Ivner, J., Stakeholder, J.P., 2016. Stakeholder participation in municipal energy and climate planning – experiences from Sweden 9839. <https://doi.org/10.1080/13549839.2014.946400>
- García Vico José. (2006) Eficiencia energética a nivel local: los planes de optimización energética municipal (POES) en la provincia de Jaén. *Revista de estudios sobre sierra magina. SUMUNTÁN N° 23* (2006); P. 153-184
- Gómez Diego J, Morán Richard G. (2015). Análisis energético urbano usando metodologías de gestión integral de energía: un caso de estudio en la ciudad de Pasto. *Revista Energética 45 Universidad Nacional de Colombia*, junio (2015), pp.23-31.
- Gonzales Esteban. (2010). *Diagnóstico energético y propuesta de mejoras en la explotación del transporte de carga automotor del municipio de Pinar del Río.* (Tesis de maestría). Universidad de Pinar del Río “Hermanos Saiz Montes De Oca” Facultad de Geología y Mecánica. Maestría en Eficiencia Energética
- IEA, International Energy Agency (2020). Defining energy access: 2020 methodology. <https://www.iea.org/articles/defining-energy-access-2020-methodology>
- Kurahassi, L., (2006) *Electrical energy management - bases for a municipal public policy.* Polytechnic School of the University of Sao Paulo.
- Martínez F.S., Paule R.M., Ferrando F.V. (2020). *Diagnóstico y propuestas para la elaboración de la hoja de ruta de Vitoria-Gasteiz, estrategia de transición energética municipal 2020-2030.* XVII Congreso Ibérico y XIII Congreso Iberoamericano de Energía Solar.
- Montalvo Víctor. (2016). *Suministro de Energía para las Zonas Rurales de Colombia* (Tesis de pregrado Ing. Mecánica). Universidad de los Andes.
- Minenergía. Ministerio de minas y energía. (2021). *Cobertura Gas Natural 2021.* <https://www.minenergia.gov.co/documents/10192/24282529/COBERTURA+GN+1-2021.xlsx>
- Portafolio. (2020). *Más de 5 millones de personas en el país aún cocinan con leña.* <https://www.portafolio.co/economia/mas-de-5-millones-de-personas-en-el-pais-aun-cocinan-con-leña-541774>
- Pachauri Shonali. (2014). *Desigualdad Energética.* IIASA International Institute for Applied Systems Analysis. <https://iiasa.ac.at/web/home/research/alg/energy-inequality.html>
- RECIEE “Red colombiana de conocimiento en eficiencia energética” (2019). *Implementación de un sistema de Gestión de la Energía Guía con base en la norma ISO 50001:2018.* Pág. 28.
- UPME Unidad de planeación minero energética. (2014). *Guía práctica para la aplicación de los incentivos tributarios de la Ley 1715 de 2014.* https://www1.upme.gov.co/Documents/Cartilla_IGE_Incentivos_Tributarios_Ley1715.pdf