



Cartógrafo.CL/01-2021



Bárbara Loreto

Geógrafo con
Maestría en
Planificación Integral
del Ambiente.
Cursa Doctorado
en Urbanismo
Universidad Central

Venezuela



loretob.barbarae@gmail.com

Propuesta para el uso de sistemas solares térmicos en el municipio Baruta, Estado Miranda Una opción para la diversificación de la matriz energética

RESUMEN

Se considera la energía solar como una de las fuentes de diversificación energética que está liderando a nivel mundial, por integrarse con los entornos urbanos, reducir emisiones contaminantes y aumentar la eficiencia y gestión de los municipios.

La presente propuesta se encuentra enmarcada en la planificación urbana solar, el caso de estudio es el municipio Baruta, estado Miranda., Venezuela. Su objetivo es determinar la ubicación para el uso de sistemas solares térmicos que permitan obtener la mayor capacidad de generación de energía. El diseño de la metodología planteó, en primer lugar, la profundización de los conocimientos teóricos, prácticos e instrumentales de la planificación urbana solar; así como también, se detallaron las variables en función del estudio del sistema urbano, desde la perspectiva energética alternativa.

Lo anterior, mediante un análisis de los instrumentos de planificación territorial y la elaboración del diagnóstico analítico conformado por la síntesis físico-geográfica del área de estudio. A continuación, se estimó el potencial solar con el uso de herramientas geomáticas y de análisis espacial, interrelacionando este potencial con las variables a través de herramientas de evaluación multicriterio y aplicaciones de Sistemas de Información Geográfica. Esto permitió obtener la ubicación geográfica de los equipamientos y de las edificaciones para la integración de la energía solar en el municipio y analizar las bondades de la implementación de dicha propuesta.



INTRODUCCIÓN

Actualmente, en la era del conocimiento y del uso de las tecnologías de la información es imposible realizar actividades sin el uso de la energía, de hecho, a nivel mundial no existe cultura generalizada de la importancia que tiene el uso eficiente de la misma. El desarrollo de las sociedades va ligado intrínsecamente al consumo de energía, es decir, mientras mayor desarrollo mayor consumo. Esta es una relación directamente proporcional donde, en la mayoría de los casos, el consumo es ineficiente (Robles y Rodríguez, 2018).

En consecuencia, a ello se une el cambio climático como una externalidad negativa global que es originada en principio por las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a la atmósfera, que además no tiene un costo económico claro en la mayoría de los países (Heres, 2015). De acuerdo con PNUMA (2019):

Durante la última década, las emisiones de GEI aumentaron a un ritmo del 1,5 % anual y solo se mantuvieron estables brevemente entre 2014 y 2016. Las emisiones totales de GEI en 2018 que engloban las que se derivan del cambio del uso de la tierra, alcanzaron una cifra sin precedentes: 55,3 GtCO₂e. Ese mismo año, las emisiones de CO₂ de los combustibles fósiles destinados al consumo de energía y a los procesos industriales, que constituyen la mayor parte de las emisiones totales de GEI, aumentaron en un 2 % y se situaron en 37,5 GtCO₂e al año, un nivel nunca visto (p. 4).

La principal contribución al cambio climático proviene del consumo de combustibles fósiles, principalmente para la generación eléctrica y la transmisión, sin olvidar las actividades industriales como el refino de petróleo, la fabricación de cemento y la siderurgia. En la actualidad, los hidrocarburos aportan más de la mitad de la energía primaria consumida en todo el mundo, tan solo el 39,7 % del consumo energético primario global proviene del petróleo, que lo hace la fuente energética más utilizada. Revisando el panorama mundial con relación al uso del petróleo como fuente de energía, también puede notarse una dependencia generalizada de este tipo de combustible (REPSOL, 2019).

La generación de energía eléctrica por fuentes renovables, a nivel mundial, es de 26,1 %, agrupa las fuentes de hidroeléctrica, biomasa, eólica, solar y otras renovables (REPSOL, 2019). De acuerdo con los datos anteriores, se estima que, en los próximos años, los combustibles fósiles aún podrán satisfacer gran parte de los requerimientos del futuro de un mundo que sigue en constante crecimiento. Sin embargo, es necesario ser relevante como país en el panorama energético mundial, esto obliga a que no solo se anticipen los requerimientos energéticos futuros, sino también que se actualicen y adecuen las ciudades con exigencias mundiales referente al uso de energías alternativas, cambio climático y otras variables (De Francesco y Hernández, 2015).

Razón por la cual las energías renovables y la eficiencia energética son, junto con la electrificación de usos finales, elementos claves para lograr una transición energética satisfactoria y para reducir las emisiones de CO₂ relacionadas con la energía. Aunque en la práctica, estas transiciones exigen en diversos ámbitos, una mayor interdependencia del sector de la energía y otros sectores de la infraestructura. Toda transición de esta envergadura es sumamente difícil y tiene que hacer frente a una serie de barreras y obstáculos económicos, políticos y técnicos (PNUMA, 2019); razón por la que se encuentran ciertos factores impulsores de la acción climática, tales como:

En primer lugar, los avances tecnológicos y económicos brindan oportunidades para descarbonizar la economía y el sector energético en particular, a un costo más bajo que nunca. En segundo lugar, se conocen más a fondo las sinergias entre la acción climática, el crecimiento económico y los objetivos de desarrollo; por ejemplo, las formas de encarar los efectos distributivos. Por último, el impulso para la elaboración de políticas en distintas instancias guberna-

mentales y el auge de las obligaciones en materia de acción climática que contraen agentes no gubernamentales crean oportunidades para que los países emprendan transiciones reales (p. 14).

Los retos que surgen a partir del cambio climático en el sector energético involucran a múltiples actores que no solo abarcan a las empresas y al Estado, sino también a organizaciones como las universidades e institutos técnicos, de investigación y desarrollo, así como la formación de capital humano. Si bien es cierto que Venezuela asumió el compromiso pleno con el cambio climático y con el sistema multilateral, establecido por la Comisión Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, el Protocolo de Kioto y el Acuerdo de París, durante la Conferencia de las Naciones Unidas Cambio Climático en la COP24, también, participó en la 25ª conferencia de la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP25), llevada a cabo en Madrid, España, y, reafirmando su compromiso con el 5º objetivo histórico de la Patria. Sin embargo, la sociedad venezolana no puede, ni debe aislarse de este debate, sino más bien, comenzar a buscar el entorno político, institucional y social que sirva de apoyo para el desarrollo de sectores productivos competitivos.

También, debe comenzar a generar bases desde todas las áreas de investigación que permitan la preparación para un futuro que ya es inmediato. Ya en otros países como España y Alemania (por nombrar solo algunos), los gobiernos locales se han adaptado al compromiso de hacer frente a uno de los mayores retos: convertir a las ciudades en un ejemplo de sostenibilidad (De Francesco y Hernández, 2015). Como se ha vuelto una necesidad tener ciudades autosuficientes, con menor impacto sobre el entorno, la energía es, sin duda, uno de los campos en los que las entidades locales deben realizar mayores esfuerzos; los municipios no son ajenos a los procesos de producción, distribución y consumo de energía, pues ellos deben convertirse en los propios gestores, productores y administradores de la energía que puedan producir (Loreto, 2017).

Debido a lo antes mencionado, este artículo expone uno de los elementos que deben considerarse en el futuro inmediato, para establecer un nuevo rumbo en el funcionamiento de las ciudades, desde el punto de vista de la energía; pues, las ciudades venezolanas deben actualizarse con respecto a la política energética, eficiencia y sistemas de energías renovables. A pesar de las diferentes limitaciones tanto políticas, institucionales y económicas existentes en el país, se realizó esta propuesta que toma en cuenta principalmente la variable espacial, para el uso de los sistemas solares térmicos (SST) dentro del municipio Baruta, estado Miranda; con el fin de diversificar su [matriz energética](#)¹, incorporando los SST para el calentamiento de agua en residencias y hoteles, producción de calor para los procesos realizados en las industrias y la refrigeración de espacios tanto de hospitales como de centros comerciales.

Es importante destacar que la propuesta se enmarca en el ámbito del metabolismo urbano, integrando la autosuficiencia energética, con captación de energías renovables, y la generación e instalación de dispositivos, que actúen como pasivos para el ahorro y la eficiencia energéticos. Es por ello, que en los últimos años se están incluyendo a las energías alternativas, como la solar, en la planificación de las ciudades, y se emprende con la planificación urbana solar para contribuir con la sostenibilidad urbana a escala local.

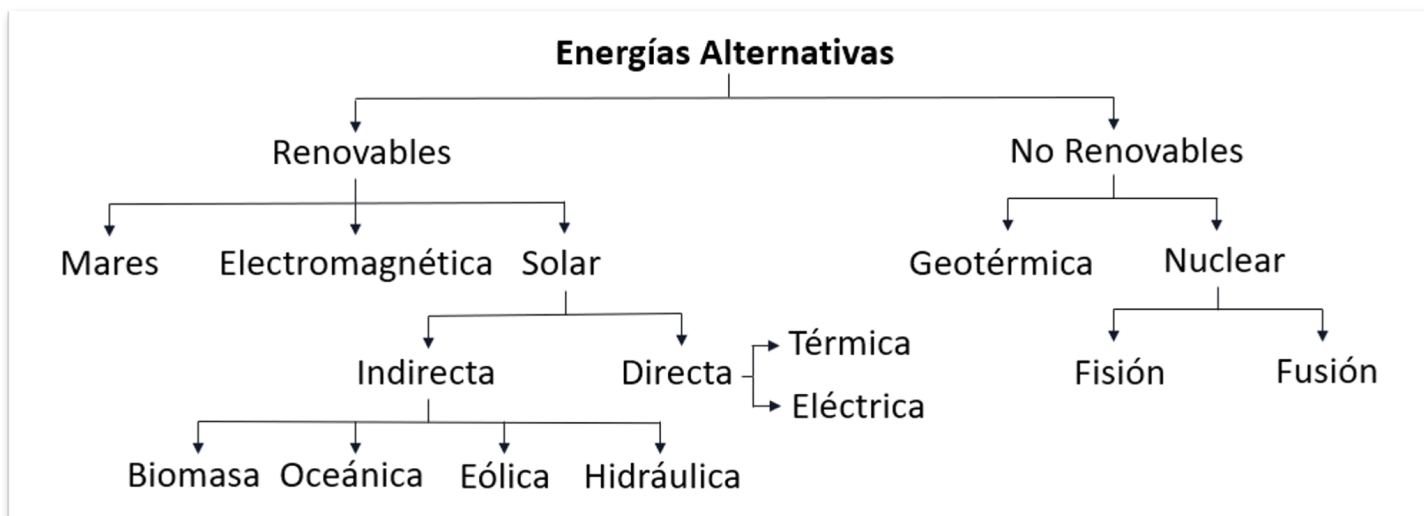
A continuación, se presentan algunos aspectos conceptuales referentes a la energía solar, SST y radiación global; luego, se describe el panorama energético actual en Venezuela, sus acuerdos internacionales y referentes legales. Se muestra la metodología utilizada y los resultados obtenidos respecto a implementación de los SST, para finalmente cerrar con algunas discusiones referentes al caso de estudio.

Energía solar

La energía solar es una fuente de energía abundante, no contaminante y se encuentra disponible, en mayor o menor medida, en cualquier parte del planeta, pudiendo ser colectada y transformada en energía térmica o eléctrica en el lugar de su utilización. El valor exacto de la radiación global va a depender de la intensidad,

¹Entendiendo por matriz energética, como la combinación de fuentes de energía primaria que se utiliza en una determinada zona geográfica. En el caso del municipio Baruta, es dependiente del Sistema Eléctrico Nacional. La propuesta va a favor de la autonomía e independencia energética.

la insolación o el soleamiento del lugar en estudio, aspectos que se hallan en función de las condiciones atmosféricas del punto en la tierra. Es decir, este valor varía según sea la zona geográfica de la localidad del objeto, la altura sobre el nivel del mar, la estación del año, la hora y la calidad atmosférica (PNUMA, 2019).



Tal como se observa en la [Figura 1](#), de acuerdo con lo establecido por Páez (2009), las energías alternativas están constituidas por dos grupos:

1. Energías no renovables (ENR). Son aquellas que existen en la naturaleza en una cantidad limitada; no se renuevan a corto plazo y por eso se agotan cuando se utilizan. La conforman la energía nuclear (fusión y fisión) y la geotérmica.
2. Energías renovables (ER). Son aquellas cuyo potencial es inagotable, ya que provienen de la energía que llega a nuestro planeta de forma continua, como consecuencia de la radiación solar o de la atracción gravitatoria de la luna. Están constituidas por energía solar (directa e indirecta), de las mareas y electromagnética. En particular, se estudiará y analizará las energías alternativas de tipo renovables, específicamente la solar directa.

En la actualidad, ha aumentado el interés con respecto a la energía solar, por la diversidad de problemas ambientales que se han generado por el uso de energía de origen fósil, en particular esta permite dar soluciones puntuales a nivel urbano, ya que se han desarrollado diversas tecnologías que varían de acuerdo con los métodos de concentración y de conversión de energía; en este sentido, se especifican los SST.

De acuerdo con lo establecido por Páez (2009), en la [Tabla 1](#) se especifican las principales aplicaciones potenciales de los SST:

Figura 1. Energías alternativas (Elaboración propia con base en Páez, 2009).

Tabla 1. Aplicaciones potenciales de los sistemas solares térmicos (SST) (Elaboración propia con base en Páez, 2009).

Fuente	Sistema	Subsistema	Tecnología	Finalidad
Energía Solar	Solar Térmico	SST desacoplado	Colectores solares planos	Calefacción de agua
		SST con almacenamiento de calor	Colectores solares planos	Calor solar para procesos industriales
		SST integrado o compacto	Colector de tubo evacuado	Refrigeración de espacios



Es importante destacar que la eficiencia de los SST va a depender del promedio de radiación global anual. Es decir, el promedio entre la radiación directa que es la que predomina en los días soleados y que además produce sombras; y la radiación difusa que es la que llega después de haber incidido con cualquier elemento de la atmósfera (polvo, nubes, contaminantes, etc.) (Loreto, 2017).

El crecimiento de las ER se ha visto impulsado por el aumento en la relación costo-competitividad, lo cual ha hecho que en muchos países los costos sean competitivos con las fuentes de energía convencional. Existe el mito de que la ER es muy costosa en comparación a los combustibles fósiles; sin embargo, entre 2009 y 2014 los costos de generación de energía solar disminuyeron en un 80 %; destacando además que la energía solar ofrece numerosos beneficios no comerciales, especialmente relacionados con la mitigación del cambio climático y la reducción de los riesgos a la salud (PNUMA, 2019).

Síntesis del panorama energético en Venezuela

El mundo está bajo transformación constante, ningún país escapa a sus efectos, los cuales se pueden apreciar en todos los campos y en cada uno de sus sectores. No solo es el campo económico, sino también el social, el político, el educativo. Venezuela tiene un significativo registro histórico, al ser uno de los países pioneros en el desarrollo de la industria eléctrica mundial, ya que desde 1886 incorporó los primeros contratos de suministro eléctrico. A partir de 1958, el país, se caracterizó por ofertar energía eléctrica principalmente con el uso de energías renovables (Loreto, 2017).

Sin embargo, en los últimos años el sector eléctrico ha desmejorado significativamente por la severa crisis que enfrenta el sistema eléctrico nacional. Este ha cambiado su matriz energética por la urgencia de satisfacer la demanda creciente, con el aumento de generación térmica mediante el consumo de combustibles fósiles. Esta situación ha incrementado los impactos ambientales y ha generado altos costos económicos (Loreto, 2017).

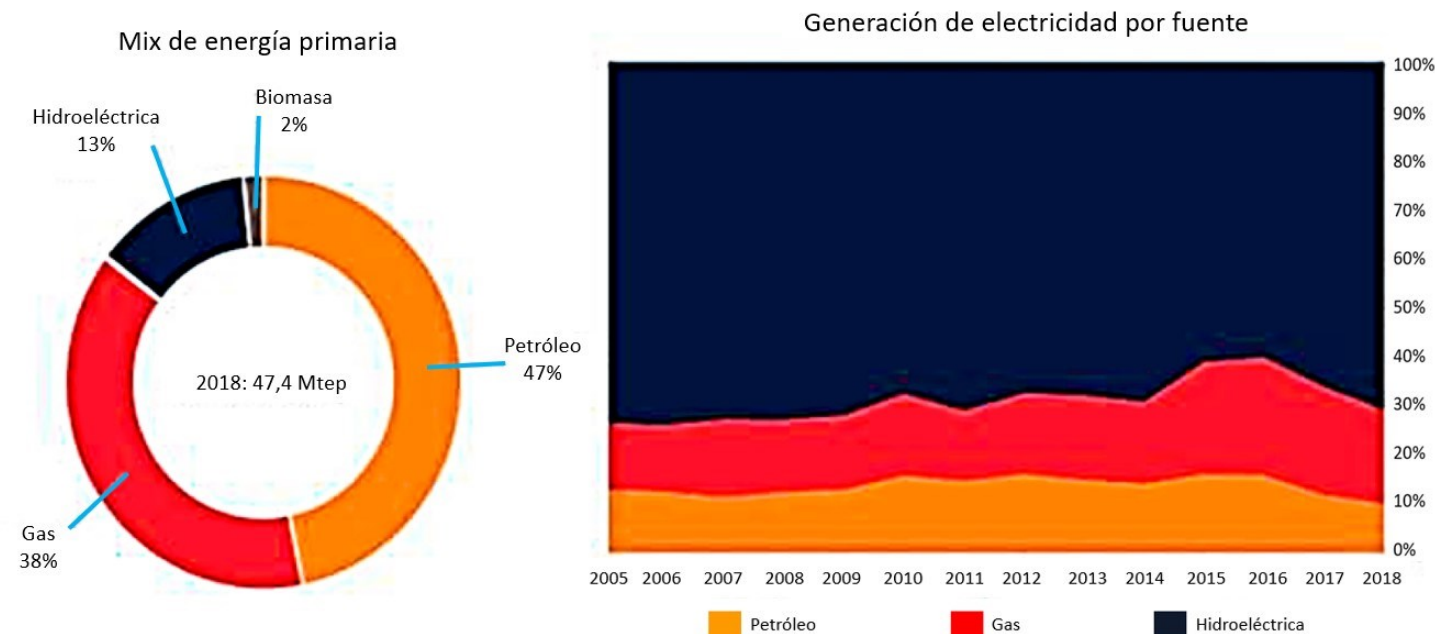
En la **Figura 2** se observa que Venezuela para el año 2018 consumía 47,4 Mtep (1 Mtep, equivale a un millón de toneladas de petróleo) en energía primaria, en donde más del 80 % de la energía primaria consumida es de tipo ENR²; tan solo el 47 % de consumo energético primario proviene del petróleo, seguido del gas con un 38 % y el restante perteneciente a las ER, 13 % para las hidroeléctricas y 2 % para biomasa (REPSOL, 2019)³.

² Aun cuando en la página oficial de CORPOELEC, se indica que: "El Sistema Eléctrico Nacional ofrece más del 62% del potencial eléctrico mediante fuentes renovables..."

<http://www.corpoelec.gob.ve/>

³ Para efectos de este artículo, se utilizó como fuente de información REPSOL 2019; debido a que, no está disponible al público el Informe Oficial Anual, que detalla la demanda de energía primaria en Venezuela a diferentes escalas, ni por sectores de consumo.

Figura 2. Demanda de energía primaria en Venezuela (izquierda). Generación de electricidad por fuente (derecha). REPSOL, 2019.



Los derivados del petróleo fueron, una vez más, la principal fuente de consumo energético de los venezolanos, representando más de la mitad de este. Se mantuvo al alza el porcentaje de derivados utilizados para el transporte, que alcanzó 64%; y continuó siendo la gasolina el principal producto (en torno al 52 % de todos los derivados del petróleo), además, del consumo final del gas, que principalmente con un 83 % fue usado con fines industriales (REPSOL, 2019).

En cuanto a la generación de electricidad, la principal fuente del país es la hidroeléctrica, que a inicios de su funcionamiento aportaba más del 70 % de la producción anual, seguido por el gas con 19 % y petróleo con 10 %. Sin embargo, en los últimos años ha ido en aumento el uso de energía fósil para la producción de energía eléctrica del país, hecho que se ve de forma marcada a partir del año 2010, e incrementa de forma significativa en los años 2015 y 2016 ([Observe el gráfico de la derecha de la Figura 2](#)); en consecuencia, las emisiones de CO₂ a la atmosfera por parte de Venezuela para el año 2018 fueron de 103,3 Mt CO₂. Es decir, que la emisión de CO₂ *per cápita* es 3,2 tCO₂/hab. (REPSOL, 2019).

Esta realidad desmejora la situación ambiental de Venezuela, de acuerdo con lo establecido en el Protocolo de Kioto del Convenio Marco sobre Cambio Climático de la ONU (1998), aprobado en ley (Loreto, 2017). Así como también, las implicaciones de la COP21 para Venezuela, debido a que está directamente ligado con el punto de vista económico, ya que tendrá un efecto directo sobre el negocio de las exportaciones petroleras, lo que obligará al país a desarrollar una economía distinta, diversificada y menos dependiente del petróleo (Sánchez, 2016).

Es importante destacar que Venezuela es altamente vulnerable al cambio climático, por lo que le conviene adherirse a la única posibilidad de reducción eficaz de la amenaza del cambio climático global. Referente al desarrollo de las energías renovables en Venezuela, Sánchez (2016) plantea que:

Las posibilidades de desarrollo de sus fuentes renovables de energía son muy limitadas, debido al elevadísimo subsidio de los combustibles fósiles que existe en el mercado interno, principalmente de los combustibles de las plantas termoeléctricas, y a la insuficiencia de políticas para su promoción (p. 28).

Por lo que, frente al desarrollo de fuentes alternativas en el país, Sánchez (2016) señala que se requiere:

De una política impulsora y de estímulo a la inversión en estas fuentes, con incentivos fiscales y cambiarios para la importación de equipos; asimismo, es necesario el desarrollo de normas técnicas para la operación y mantenimiento de los sistemas de generación y conexión a la red, el establecimiento de un marco legal, el fortalecimiento de las incipientes iniciativas existentes de programas de formación e investigación básica y aplicada que adelantan algunas Universidades y Centros de Investigación, y la eliminación progresiva de los subsidios a los combustibles fósiles. En síntesis, en materia de energías renovables está casi todo por hacer, pero no existe la suficiente voluntad política para ello (p. 29).

Así como también, es necesario el desarrollo de los diferentes escalones legales que sirvan como fundamento y/o contexto para enmarcar y establecer los criterios para la diversificación energética, considerando todos los tipos de ER, y en particular como esta investigación lo precisa, que es referente al uso de la energía solar. En consecuencia, las ciudades venezolanas deben ir adaptándose a los diferentes requerimientos para satisfacer las necesidades de sus ciudadanos y mejorar su calidad de vida, por ello estas deben pensarse y planificarse con una visión de modernidad y sustentabilidad para cumplir principalmente con sus habitantes y con los acuerdos internacionales sobre adaptación y mitigación del cambio climático.

METODOLOGÍA UTILIZADA

Para la realización de la propuesta se han establecido las siguientes fases descritas secuencialmente:

- A. **El diagnóstico:** Se basó en numerosos estudios, investigaciones y documentos provenientes de diversas fuentes como organismos público, universidades y profesionales. La síntesis físico-geográfica se realizó mediante la interpretación de las variables físico-naturales (clima, unidades, procesos geomorfológicos, unidades hidrográficas) y socioeconómicos (aspectos demográficos, actividades económicas y servicios, sectorización funcional, potencial de desarrollo urbano y uso generalizado de la tierra).
- B. **La radiación global (RG):** Para el cálculo se utilizó el software SAGA a través del modelo de radiación, donde se generó información referente a la orientación, pendiente y sombras del área de estudio.
- C. **El potencial solar (PT):** Se determinó mediante la metodología de Torres (2017): "Cálculo del potencial solar mediante la sectorización ambiental" (citado por Loreto, 2017 p. 97); junto con la elaboración de una matriz multicriterio, para generar el potencial solar del municipio. Se elaboró una matriz geográfica y se interrelacionaron las variables: Radiación global, sectorización ambiental, uso generalizado de la tierra, consumo anual de energía eléctrica por habitantes y los estratos socioeconómicos.

Los siguientes criterios fueron los utilizados para el llenado de la matriz geográfica, en estos se especifican los porcentajes correspondientes para cada una de las variables según su valor específico, es decir, que, a través de estos criterios, se ponderó a cada sector de acuerdo con el dato diagnosticado en el paso 1. Por lo tanto, se establecieron por variables cuatro rangos (en función del valor mínimo y valor máximo existente en el área de estudio de cada variable), y en estos se distribuyó el porcentaje asignado.

De manera que los criterios para llenar la Matriz Geográfica son los siguientes:

La Radiación Global por Sectorización Ambiental tiene una ponderación de 50%, debido a que es la fuente principal para la generación de energía eléctrica mediante sistemas solares térmicos. Está dividida en cuatro rangos:

1. Sectores que tienen una radiación global por metro cuadrado de 2,3 a 3,0, se les asignó 12,50 del porcentaje.
2. Sectores que tienen una radiación global por metro cuadrado de 3,1 a 4,0, se les asignó 25,00 del porcentaje.
3. Sectores que tienen una radiación global por metro cuadrado de 4,1 a 5,0, se les asignó 37,50 del porcentaje.
4. Sectores que tienen una radiación global por metro cuadrado de 5,1 a 6,5, se les asignó 50 % del porcentaje.

El uso generalizado de la tierra tiene una ponderación de 25 %, está asignado con base en los sectores funcionales del municipio Baruta y hace referencia a la cantidad de equipamientos presentes en cada uno de ellos. Está dividido en cuatro rangos:

1. Sectores que tienen menos de 15 equipamientos, se les asignó 6,25 del porcentaje.
2. Sectores que tienen entre de 16 y 27 equipamientos, se les asignó 12,50 del porcentaje.
3. Sectores que tienen entre de 28 y 41, se les asignó 18,75 del porcentaje.
4. Sectores que tienen más de 42 equipamientos, se les asignó 25 del porcentaje.

El Consumo Anual de Energía Eléctrica por habitantes tiene una ponderación de 20 %, hace referencia al consumo anual de energía eléctrica por sector del municipio, está expresado en megavatios por hora por habitantes (Mwh/hab). Está dividido en cuatro rangos que son: 1- Para aquellos sectores que consumen menos de 25,00 Mwh/hab se le asignó 5 del porcentaje. 2- Para aquellos sectores que consumen entre de 25,01 a 50,00 Mwh/hab se le asignó 5 del porcentaje. 3- Para aquellos sectores que consumen entre de 50,01 a 100,00 Mwh/hab se le asignó 15 del porcentaje. 4- Para aquellos sectores que consumen más de 100,00g Mwh/hab se le asignó 20 del porcentaje.

Los estratos socioeconómicos tienen una ponderación de 5 %, y van en función de la clasificación socioeconómica del municipio. Está dividido en cuatro rangos:

1. Sector E, Clase Baja-Pobre, se le asignó 1,25 del porcentaje.
2. Sector D, Clase Media Baja-incluye pobreza moderada, se le asignó 2,50 del porcentaje.
3. Sector C, Clase Media Alta-Media, se le asignó 3,75 % del porcentaje.
4. Sector AB, Clase Alta-Casi Alta, se le asignó 5% del porcentaje.

D. La propuesta se generó a partir de los resultados obtenidos de la matriz geográfica. Se establecieron los sitios para la implementación de uso de SST en el municipio Baruta, cuya finalidad son: El calentamiento de agua en residencias y hoteles, producción de calor para los procesos realizados en las industrias y la refrigeración de los espacios tanto de hospitales como de centros comerciales.

RESULTADOS

Referente al diagnóstico

En el municipio Baruta, el 8,54 % (811,43 Ha) corresponde a las áreas planas y semiplanas, extensas y estables; el 11,09 % (1.053,36 Ha) son áreas montañosas con buena cobertura vegetal; el 24,01 % (2.280,65 Ha) corresponde a las áreas montañosas muy intervenidas con crecimiento urbano desordenado, subsectores en equilibrio precario, red de drenaje alterada con cortes y rellenos mal preservados; el 27,08 % (2.591,74 Ha), al sector urbano, se encuentra en áreas montañosas muy intervenidas con proliferación de sectores informales, protección vegetal poco intervenida; y el 29,26 % (2.779,45 Ha) se encuentran las áreas montañosas con cobertura vegetal intervenida, presenta riesgos de desequilibrio por la actividad antrópica.

La sectorización ambiental respecto a la orientación de las filas y las laderas del municipio determinó que 18,63 % de laderas se encuentran orientadas al sur; 18,71 % orientadas al sureste; 18,16 hacia el suroeste; 12,02 % orientadas hacia el noreste; 10,73 % hacia el noroeste; y en menor proporción el 9,07 %, 7,38 % 7,29 % orientadas hacia el este, norte y oeste, respectivamente.

El consumo anual de energía eléctrica del municipio Baruta por habitantes fue de 694,91 Mwh/hab.⁴ En donde la parroquia con mayor consumo por hora es la parroquia Baruta, quien consume 549,3 Mwh/hab; seguido de la parroquia El Cafetal, con un consumo de 119,9 Mwh/hab y en último lugar, la parroquia Las Minas de Baruta, con 115,7 Mwh/hab.

En cuanto a los extractos socioeconómicos del municipio, el 54 % de la población del municipio es considerada clase media alta a clase media. Por su parte, el 21 % de la misma es considerada clase baja a pobre; seguido del 18 % de la población de clase alta a casi alta. Finalmente, el 7 % de la población es de clase media moderada e incluye en este porcentaje la pobreza moderada.

Los indicadores económicos del municipio permitieron concluir que tiene un conjunto de atributos de infraestructura física y de redes con potencial desarrollo en

⁴ El consumo anual de energía eléctrica del municipio se obtuvo multiplicando el valor de consumo anual per cápita de Venezuela que es de 2.886,37 kwh/hab. Luego este valor se dividió entre 1.000 para convertirlo en Megavatio hora por habitante (Mwh/hab.).



el área energética, combinado con la población predominantemente joven y económicamente activa, así como las condiciones físico-naturales favorables para la implementación de energías renovables y crecimiento sostenible del municipio; el estudio y combinación de todos estos aspectos (variables físico-naturales y socioeconómicas), pueden constituir un entorno propicio para la implementación de uso de SST, orientados para dar opciones al municipio de diversificar su matriz energética y así poder generar parte de la energía que se consume.

El marco normativo, jurídico e institucional que regula el tema energético es muy amplio, variado y disperso, producto de la visión sobre la ciudad en las distintas épocas y con participación de autoridades diversas. Por ello es necesario comenzar a generar e incluir en los diferentes escalones legales, el fundamento y/o contexto legal que enmarque y establezca los criterios para el uso de las energías renovables y específicamente para la energía solar.

Referente al potencial solar

El conocimiento de la distribución espacial y temporal de la radiación global en el municipio facilita la identificación de los lugares estratégicos para la utilización de energía solar y así proponer información de forma puntual y local. En este sentido, se obtuvo con el software SAGA, el promedio anual de RG del municipio por metro cuadrado, siendo este de 0,73 tep/m² (equivalentes a 8.030 Kw/m² de promedio anual)⁵.

⁵ El valor de 1 Tep (tonelada equivalente al petróleo) corresponde a 11.630 kw/h (kilovatio/hora).

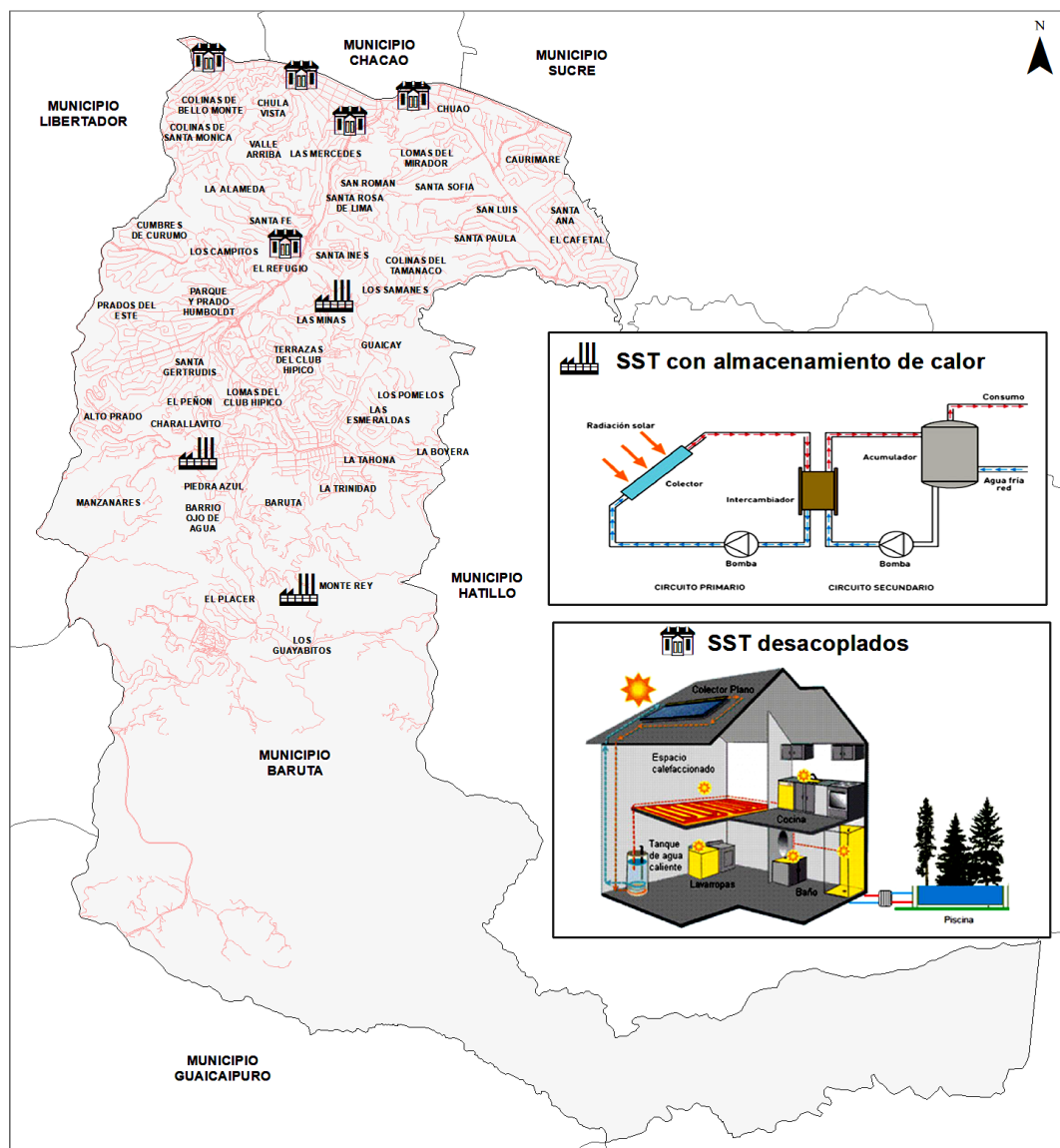


Figura 3. Propuesta para la ubicación de SST con almacenamiento de calor y SST desacoplados en el municipio Baruta, Estado Miranda (Elaboración propia).

Referente a la propuesta

En segundo lugar, los SST desacoplados con la incorporación de colectores solares planos para el calentamiento de agua en hoteles, con los cinco (5) más importantes del municipio ubicados al norte, principalmente en Chuao, Colinas de Bello Monte y Las Mercedes (Figura 4).

Para la refrigeración de los espacios, se propone los SST integrado o compacto con la incorporación de colector de tubo evacuado (observe figura 3), cuya finalidad es refrigerar. Con esta propuesta se beneficiarían un total de 45 centros

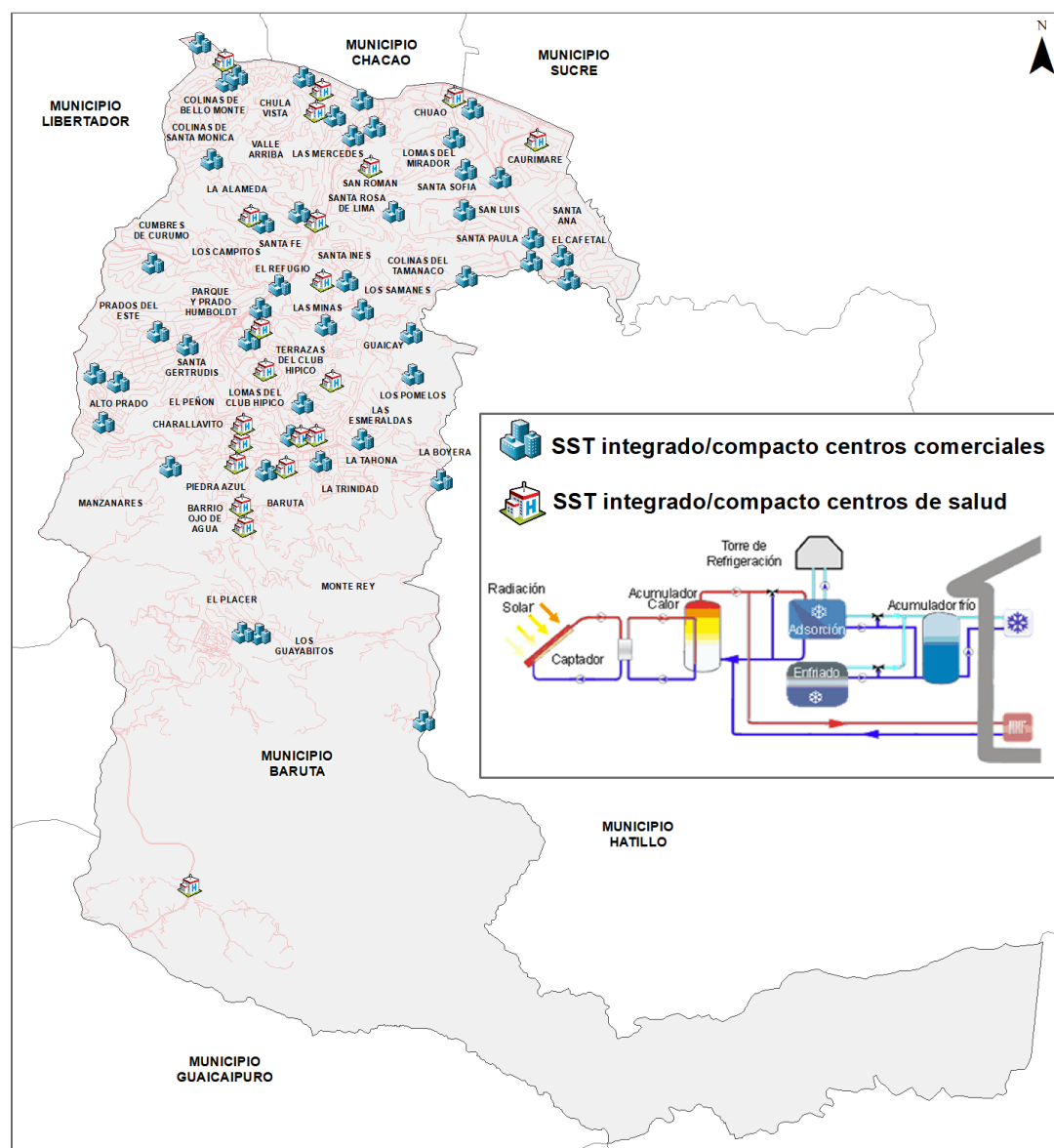


Figura 4. Propuesta para la ubicación de SST integrado o compacto en el municipio Baruta, Estado de Miranda (Elaboración propia).

comerciales y 22 centros de salud, ambos ubicados principalmente en el centro y norte del área de estudio.

Con la ejecución de las propuestas podría disminuir la emisión de dióxido de carbono (CO₂) del municipio, que emite anualmente un total de 1,3 MTCO₂ (REPSOL, 2019); esta relación va a depender de los metros cuadrado de SST que se implementen en las edificaciones e infraestructuras.

DISCUSIÓN

Los resultados del diagnóstico del municipio reflejan sus debilidades y fortalezas en el tema energético; se hace evidente que el área de estudio necesita de un cambio político, económico y administrativo, para lo cual es precisa la voluntad de todos los actores que hacen vida en él, desde las instituciones, empresarios, comerciantes, organizaciones no gubernamentales, academia, hasta el ciudadano común.

En cuanto al marco legal e institucional existente tanto a nivel nacional como municipal, no contemplan lo relacionado con la incorporación de las fuentes renovables en la matriz energética actual a escala local. Por lo que se requiere el desarrollo de este tema, solo por nombrar algunos ejemplos, están las ordenanzas vinculadas al tema energético, al uso de ER (como los SST); tasas de tarifas de servicio vinculados al consumo de energía producida localmente, entre otros temas.

Por ello, se debe pensar en una nueva forma de planificar para dar respuestas a las ciudades y contribuir en la transición hacia una matriz de producción de energía limpia e independiente, que permitan cumplir con los compromisos internacionales; este nuevo modelo energético debe estar fundamentado en el uso eficiente de la energía y la utilización de fuentes limpias y renovables. El alcance y el ámbito de las respuestas necesarias son enormes para desarrollar ampliamente a un municipio desde el punto de vista renovable.

La propuesta de uso de sistemas solares térmicos en el municipio Baruta, permitió considerar la interacción entre múltiples variables, estableciendo a la energía solar como componente esencial para la sostenibilidad de la ciudad, su implementación y gestión. A través de prácticas de planificación estas pueden desempeñar un papel estratégico en la mejora de la eficiencia energética.

Es importante destacar que la selección de la ubicación de los SST que se proponen es de tipo referencial, puesto que es necesario un estudio particular para cada edificación, en donde se determinen las condiciones de la infraestructura, las sombras e inclinación del lugar y la temperatura, ya que estas variables influyen directamente en el desempeño. Así como también, es necesario identificar en cada infraestructura cuál es el consumo energético específico, cantidad de agua caliente que usa, cantidad de personas, entre otras variables, para estimar la cantidad real del consumo energético presente. Es importante explicarles a los beneficiarios de un sistema SST lo relacionado con la capacidad del sistema, ya que el rendimiento estará dado también por el perfil del uso.

Además, no solo es necesario diversificar fuentes y hacer crecer la oferta, sino también mejorar la eficiencia con que se usa la energía eléctrica. Esto constituye toda una tarea encarada con diferentes grados, que requiere de la legalidad y aporte institucional necesario, además de criterios de selección y colocación de los sistemas, entre otros elementos. Finalmente, lo presentado en las páginas precedentes constituye una primera aproximación a los diferentes tópicos que quedan por desarrollarse en el tema energético de las ciudades venezolanas.

REFERENCIAS

1. De Francesco, M. y I. Hernández (2015). *El Futuro Petrolero de Venezuela y la COP21. IESA, Centro Integral de Energía y Ambiente. Energía en Cifras, Sector Petrolero y Gasífero 2014-2015*. p. 141-147. Recuperado de <https://cutt.ly/3npj5TH>
2. Heres, D. (2015). El Cambio Climático y la Energía en América Latina. *CEPAL. Estudios de Cambio Climático en América Latina*. S.15-01198. p. 1-57. Recuperado de <https://cutt.ly/Lnpkoqq>
3. Jiménez, H. (2015). El Derecho a la Energía en Venezuela. *Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela*, (s/n). RBDC n. 23 (2015) - ISSN: 1678-9547 (impresa), 1983-2303 (electrónica), 27-62. Recuperado de <https://cutt.ly/Qnpkxd0>
4. Loreto, B. (2017). *Planificación Solar Urbana: Propuesta de Uso de Sistema Solar Térmico para el Municipio Baruta, Estado Miranda*. (Trabajo de Grado de Maestría). Caracas, Venezuela: Centro de Estudios Integrales del Ambiente, Universidad Central de Venezuela. p. 59-110.
5. Páez, A. (2009). *Sostenibilidad Urbana y Transición Energética: Un Desafío Institucional*. (Tesis de doctorado). Ciudad De México, México: Universidad Nacional Autónoma de México. p. 85-111. Recuperado de <https://cutt.ly/Knpkmso>
6. PNUMA (2019). Informe sobre la disparidad en las emisiones de 2019. *Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Nairobi*. (s/n). ISBN: 978-92-807-3766-0, p 1-16. Recuperado de <https://cutt.ly/DnpkYgC>
7. REPSOL (2019). Anuario Estadístico Energético 2019. *Dirección de Estudio*. Depósito legal: M-34493-2019. p. 41-164. Recuperado de <https://cutt.ly/VnpkD5j>
8. Robles, C. y O. Rodríguez (2018). Un panorama de las energías renovables en el mundo, Latinoamérica y Colombia. *Revista Espacios*, Vol. 39 (Nº 34), 10-26. RBDC n. 34 (2018) - ISSN: 0078-1015. Recuperado de <https://cutt.ly/FnpkKNB>
9. Sánchez, J. (2016). La Transición energética y su incidencia en Venezuela. *Revista Análisis*, (s/n). Fundación Friedrich Ebert Stiftung Venezuela, ISBN: 978-980-6077-63-8. p. 14-30. Recuperado de <https://cutt.ly/lnpkVIP>

Bárbara Loreto

Geógrafa con más de diez años de experiencia en los Sistemas de Información Geográfica (FHE-UCV 2015), con Maestría Planificación Integral del Ambiente (CENAMB- UCV 2018).

Cursa el Doctorado en Urbanismo en el Instituto de Urbanismo (FAU-UCV), cuya línea de investigación comprende las energías alternativas, en particular la Planificación Urbana Solar. Además, es especialista en la Gestión Integral de Riesgo en la Planificación Ambiental, así como también, especialista en Evaluación de Impacto Ambiental y Sociocultural.

Ocupa el cargo de Monitor Comunitario Guárico en la Oficina de Coordinación de Asuntos Humanitarios para las Naciones Unidas (OCHA-ONU).

Se sugiere citar:

Loreto, B. (2021). Propuesta para el uso de sistemas solares térmicos en el municipio Baruta, Estado Miranda. Una opción para la diversificación de la matriz energética. *Revista Cartógrafo.CL* 1(1), pp. 65-76.



Bajo Licencia Creative Commons
Atribución 4.0 Internacional.