



UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS  
INGENIERÍA

**UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS "CARLOS RAFAEL RODRÍGUEZ"**

**TESIS PRESENTADA EN OPCIÓN AL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL**

## **TÍTULO**

Aplicación del Sistema de Gestión Energética Local basado en el modelo de Economía Circular en los CP Centro Histórico y Punta Gorda.

**AUTORES:** Yerenis Moncada Olivera

José Carlos Díaz Caneiro

**TUTORAS:** DrC Jenny Correa Soto

MsC Yamilé Acosta Chongo

Cienfuegos 2023

## Pensamiento

“Hay una fuerza motriz más poderosa que el vapor, la electricidad y la energía atómica: la **Voluntad**”.

Albert Einstein

## Dedicatoria

Llena de regocijo, de amor y esperanzas, dedico esta tesis a mi MADRE que me ha dado la existencia y en ella la capacidad por superarme y desearme lo mejor en cada paso por este camino difícil y arduo de la vida. Gracias, por ser como eres, porque tu presencia y persona han ayudado a construir y forjar la persona que hoy soy. A ti que supiste ser madre y amiga y aunque hubo momentos difíciles, siempre conté con tu apoyo, ante todo. Gracias a ti, hoy veo convertirse en realidad una de mis metas y con la seguridad que con tu ejemplo podré enfrentar todos los retos. Con todo mi amor quiero compartir este momento pues es el fruto de haber fomentado en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida, por compartir mis penas y alegrías, victorias y fracasos, siempre recibiendo de ti la palabra de aliento que me dio la fuerza para seguir luchando. Por todo esto, todo mi agradecimiento mi respeto y mi amor a ti MADRE.

Yerenis Moncada Olivera

El presente trabajo se lo dedico a mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye este. Me formaron con reglas y algunas libertades, pero al final de cuentas, me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos. El amor recibido, la dedicación y la paciencia con la que cada día se preocupan por mi avance y desarrollo de esta tesis; es simplemente único. Gracias a mi madre por su compañía, por sus cafés que eran para mí como agua en el desierto; gracias a mi padre por siempre desear y anhelar siempre lo mejor para mi vida; gracias por cada consejo y por cada una de sus palabras que me guiaron durante mi vida. Por apoyarme tanto moral como económicamente para hacer de mí un hombre de bien; por esto y por todo lo demás les doy las gracias a ustedes. Los quiero.

José Carlos Díaz Caneiro

## Agradecimientos

Al finalizar un trabajo tan duro y lleno de dificultades como el desarrollo de una tesis es inevitable que te asalte un muy humano egocentrismo que te lleva a concentrar la mayor parte del mérito en el aporte que has hecho. Sin embargo, el análisis objetivo te muestra inmediatamente que la magnitud de ese aporte hubiese sido imposible sin la participación de muchas personas que han facilitado las cosas para que este trabajo llegue a un feliz término. Por ello, es para mí un verdadero placer utilizar este espacio para ser justa y consecuente con ellas, expresándoles mis agradecimientos.

A mis padres por tomarme de las manos y llevarme por el buen sendero de la vida, guiando mis pasos y apoyándome en cada difícil situación, por todo su amor y entrega en mi formación, fomentando valores gracias a los cuales me he convertido en lo que hoy soy, a ellos, todo mi amor y agradecimientos.

A mis hermanos: Yadira, Yoan y Yudiél por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar a mi lado en todo momento, por lo que representan para mí y por ser parte importante de esta hermosa familia unida. Este logro también es de ustedes.

A mis tutoras, Jenny y Yamilé por su entrega en todo momento, por su disposición en ayudarme sin importar las horas, por sus consejos y su legado para ver hoy este sueño convertido en realidad. Por su sapiencia y excelsa sabiduría, a ustedes mil gracias.

A mis amigos que en el andar por la vida nos hemos ido encontrando, porque cada uno de ustedes ha motivado mis sueños y esperanzas en consolidar un mundo más humano y con justicia. Gracias a todos los que han recorrido conmigo este camino. Mil gracias.

Yerenis Moncada Olivera

Al concluir este trabajo tan duro y lleno de dificultades te das cuenta de que no hubiera sido posible hacerlo sin la ayuda de un grupo de personas que tanto directa como indirectamente influyeron de manera decisiva en la elaboración de esta tesis. Por esta vía les doy las gracias a:

A mis hermanos Ale y Lisi por darme ánimos día a día para seguir adelante y cumplir mi sueño. Por estar ahí para exactamente todo lo que les pedía, por lo que representan para mí y por ser parte de esta hermosa familia que hemos creado. Gracias de verdad.

A mis padres por apretarme las manos y orientarme el camino correcto. Por todo su amor y su entrega les doy las gracias. Han contribuido de manera certera en hacer de mi un profesional de los pies a la cabeza.

A mis tutoras, Jenny y Yamilé por su entrega en todo momento, por su disposición en ayudarme sin importar las horas, por sus consejos y su legado para ver hoy este sueño convertido en realidad. Por su sapiencia y excelsa sabiduría, a ustedes mil gracias.

Y como no puede faltar les agradezco a ustedes mis amigos del alma, sin ustedes no hubiera sido imposible ser quien soy. Gracias por hacer de estos 4 años de universidad un lugar del que no me quiero ir. Innumerables problemas hemos enfrentados y todos se nos han quedado chiquitos. Gracias a la jefa por ser ejemplo a seguir y por ponernos siempre adelante. No quedamos todos lo que empezamos, pero al final, pero supimos arroparnos entre todos. Los quiero chicos.

José Carlos Díaz Caneiro

## **Resumen**

La presente investigación tiene como objetivo aplicar el Sistema de Gestión Energética Local basado en el modelo de Economía Circular en los Consejos Populares Centro Histórico y Punta Gorda. Las abordarse la teoría sobre el desarrollo sostenible, el desarrollo local, la gestión energética local y el modelo de economía circular, posibilitando la aplicación en dos consejos populares en el municipio de Cienfuegos. Se aplicaron herramientas desarrolladas para la gestión de gobierno para el tema energético desde la Estrategia de Desarrollo del municipio de Cienfuegos.

**Palabras clave:** economía circular, gestión energética local, gobierno, medio ambiente, municipio.

## **Abstract**

The objective of this research is to apply the Local Energy Management System based on the Circular Economy model in the Popular Councils of the Historic Center and Punta Gorda. The aim is to address the theory of sustainable development, local development, local energy management and the circular economy model, enabling the application in two popular councils in the municipality of Cienfuegos. Tools developed for government management of the energy issue from the Development Strategy of the municipality of Cienfuegos were applied.

Keywords: circular economy, local energy management, government, environment, municipality.

## Índice

Introducción .....	1
CAPÍTULO I Gestión Energética local desde el modelo de Economía Circular.....	6
1.1 Introducción.....	6
1.2 Desarrollo Sostenible .....	7
1.3 Desarrollo Local.....	9
1.4 Gestión Energética .....	12
1.5 Gestión Energética Local .....	14
1.6 La Gestión Energética Local en Cuba .....	17
1.7 Economía Circular.....	19
1.7.1 Antecedentes y evolución del concepto de Economía Circular .....	20
1.7.2 Contribución y beneficios de la Economía Circular al desarrollo sostenible	21
1.7.3 Características de la Economía Circular .....	22
1.7.4 Herramientas de evaluación de Economía Circular.....	23
1.7.5 Modelos, Estrategias, Políticas utilizadas en Economía Circular.....	26
1.8 Conclusiones parciales .....	32
CAPÍTULO II Diagnostico los Consejos Populares Centro Histórico y Punta Gorda .....	32
2.1. Introducción .....	32
2.2 Caracterización del municipio de Cienfuegos.....	33
2.2. Diagnóstico energético en el municipio de Cienfuegos .....	34
2.3 Caracterización del Consejo Popular Centro Histórico .....	40
2.4 Caracterización del Consejo Popular Punta Gorda .....	43
2.5 Diagnóstico energético de los Consejos populares Centro Histórico y Punta Gorda..	46
2.5.1 Análisis de los datos del consumo de energía eléctrica del Consejo Popular Centro Histórico .....	49
2.5.2 Análisis de los datos del consumo de energía eléctrica del Consejo Popular Punta Gorda.....	51

2.6 Análisis de Residuos Sólidos Urbanos.....	54
2.7 Conclusiones parciales .....	61
CAPITULO III Propuesta del Sistema de Gestión Energético Local basado en el.....	61
3.1 Introducción .....	61
3.2 Implementación de la EC en el Municipio de Cienfuegos.....	61
3.3 Propuesta del Sistema de Gestión Energético Local basado en el modelo de Economía Circular en los CP Centro Histórico y Punta Gorda.....	66
3.4. Aplicación del SGELEC en los Consejos Populares Centro Histórico y Punta Gorda	69
3.4.1 Diagnóstico energético – ambiental.....	70
3.4.2 Gestión de proyectos enfocados al desarrollo local que incluyan energía, medio ambiente y economía circular.....	77
3.4.3 Sistema de información del SGELEC .....	79
3.5 Conclusiones parciales .....	79
Conclusiones generales.....	80
Recomendaciones .....	81
Bibliografía.....	82
ANEXOS.....	93

## **Introducción**

La situación mundial se caracteriza por una profunda crisis ambiental que refleja no sólo los graves problemas naturales como la desertificación, el cambio climático, el envenenamiento de los océanos y la extinción de las especies tanto marítimas como terrestres, sino además por fuertes contrastes sociales, los desequilibrios económicos entre naciones, las migraciones masivas producto de los conflictos bélicos, y como consecuencia la explosión demográfica, con el aumento de la migración en un escenario urbano que no cuenta con las condiciones mínimas indispensables para asumir grandes oleadas, a lo que se suma, la aparición de nuevas enfermedades (Acosta, 2018).

Uno de los desafíos a los que la humanidad se enfrenta en la actualidad, como consecuencia de lo anterior, es el de la conservación y el uso adecuado de los recursos energéticos, es necesario cambiar el actual modelo, dependiente en mayor proporción de los de los combustibles fósiles, y en menor escala de la energía nuclear, herencia de la Revolución industrial y del modelo desarrollista del capitalismo. Modelo energético que ha alterado el equilibrio ecológico, situación que hoy amenaza la existencia misma de la especie humana (Acosta, 2018).

Más de la mitad de la población mundial reside actualmente en zonas urbanas, una tasa que se prevé que alcance el 70 % para el año 2050. Aproximadamente 1.100 millones de personas viven actualmente en barrios marginales o en condiciones similares en las ciudades, y se espera que 2.000 millones de personas más vivan en estas condiciones en los próximos 30 años (ONU, 2023).

En la meta de avanzar hacia un desarrollo sostenible, con una disminución de la pobreza y la desigualdad social, es crucial el acceso de la población a los servicios de energía, y es por ello una premisa importante dentro de los Objetivos del Milenio de las Naciones Unidas. El desafío de lograr una mayor disponibilidad de servicios de energía fue ratificado en la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible de Johannesburgo en 2002, donde se dio a conocer que 1.600 millones de habitantes no tienen acceso a la electricidad (ONU, 2002).

Este año se cumple la mitad del periodo fijado para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de aquí a 2030. El ODS 7, que consiste en ofrecer a todas las personas energía asequible, segura, sostenible y moderna, incluye dar acceso universal a la electricidad y a la posibilidad de cocinar con combustibles no contaminantes, duplicar los niveles históricos de mejora de la eficiencia y aumentar significativamente la proporción de

energías renovables en la combinación energética mundial. La consecución de este objetivo mejorará enormemente la salud y el bienestar de las personas, ayudará a protegerlas de riesgos medioambientales y sociales como la contaminación atmosférica y permitirá ampliar el acceso a la atención y los servicios de salud básicos (ONU, 2023).

Frente a la crisis energética mundial, se deberán adoptar acciones inmediatas que potencien las energías renovables y mejoren la eficiencia energética. En un reciente informe, de seguimiento del ODS 7 (Tracking SDG 7: The Energy Progress Report) correspondiente a 2023, se advierte que de que las medidas adoptadas hasta el momento no bastarán para alcanzar a tiempo dicho objetivo. Aunque se ha avanzado en algunos aspectos, como en el aumento del uso de energías renovables en el sector eléctrico, dichos progresos no bastan para alcanzar las metas fijadas en el ODS 7 (ONU, 2023)

La Gestión Energética Local, se presenta como alternativa ante esta problemática y busca contribuir desde la Economía Circular al desarrollo de Ciudades Sostenible.

(Calvillo, Sánchez, & Villar, 2016) destacan la importancia de la gestión de la energía para contribuir a la sostenibilidad de los centros urbanos, donde la actividad local tiene relevancia en la relación con la reducción de emisiones contaminantes (Kuzemko & Britton, 2020). De ahí que la gestión energética local (GEL) definida como la planificación estratégica de las necesidades energéticas locales y su uso a corto, mediano y largo plazo; implementado a escalas regionales, municipales y vecinales (St. Denis & Parker, 2009) (Correa, 2021) sea de importancia en la actualidad. La aplicación de la GEL en varios países y municipios han mejorado el desempeño de los sistemas locales de energía haciéndolos más eficientes, económicos y amigables con el medio ambiente (Correa, 2018) (Jaccard, Failing, & Berry, 1997).

La gestión energética local (GEL) 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, 2018). Su objeto final es establecer los balances de energía en cada una de las situaciones futuras a que haga referencia el plan.

Las primeras acciones relacionadas con la GEL datan de finales de los años 80 del siglo XX en Suecia, a partir del desarrollo de un modelo para la planificación energética en los municipios, aplicado en los municipios de Jönköping y Nässjö (Wene & Rydén, 1988). Desde entonces muchas iniciativas han contribuido a mejorar el desempeño de los

gobiernos locales en el mantenimiento de sus finanzas y reducir los impactos de la ciudad en el medio ambiente; iniciativas desarrolladas por generalidad en los países desarrollados (Correa, 2018).

Para Cuba es una necesidad una adecuada gestión energética por la matriz energética que tenemos. En la Isla existe la misma tendencia que a nivel mundial, relacionada con el crecimiento de la población en las zonas urbanas (Cabello, 2014); sin embargo el suministro de energía en el país es una responsabilidad de las autoridades nacionales, donde las autoridades locales tienen un papel limitado para pronosticar la demanda de energía y trabajar en programas de ahorro para satisfacer los requisitos de los ciudadanos con la cantidad de energía asignada por el gobierno central (Rodríguez M. , 2011) (González, Arencibia, & Saunders, 2013) (Correa, 2018).

El papel de los gobiernos locales y su responsabilidad ante la GEL ha ido cambiando paulatinamente, a partir de lo estructurado en El Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social hasta 2030 – (PNDES 2030), lo que está referido en el Eje estratégico: Infraestructura. Los territorios deben ganar en autonomía ante la situación económica y energética que vive el país en los últimos años, propiciada por las restricciones económicas, la crisis mundial generada postpandemia y el recrudecimiento del bloqueo económico impuesto por Estados Unidos (PNDU, 2019).

El municipio de Cienfuegos cuenta con 19 Consejos Populares (CP) de ellos 11 urbanos y 8 mixtos que responden a las necesidades gubernamentales y político – administrativas y son utilizados como base para el control territorial y que se diferencian en cuanto a la densidad poblacional, a los sectores y actores económicos que protagonizan la vida económica de la comunidad (Correa, 2021).

En el estudio de (Correa, 2021), Instrumento Metodológico para la Gestión Energética en los Órganos de Gobierno Local, de referencia teórica y metodológica para el desarrollo de esta investigación, se propone un Instrumento que validó el consumo de energía eléctrica en el sector residencial con datos del 2007-2020 y se determina que en todos los Consejos Populares (CP) del municipio de Cienfuegos el mes de febrero constituye el de menor consumo de energía eléctrica coincidiendo en el mes más frío del año en el municipio y el mes de julio, el de mayor consumo en el año cuando inicia el verano en el país, en el que se evidencia que los CP de mayor consumo de energía eléctrica son Centro Histórico(95%),

Tulipán(90%), Punta Gorda(80) y La Juanita(78%9 y los de menor consumo Rancho Luna(8%), La Barrera(10%) y Guaos(12%).

En el municipio de Cienfuegos se concentran las mayores cantidades de industrias y sectores económicos de la provincia, con una población residente de 176 244 habitantes (ONEI, 2017); el municipio representa el mayor generador de residuos sólidos con un aproximado de 132 183 Kg/día y el 92% del consumo de energía eléctrica de la provincia. Por lo que accionar sobre el municipio Cienfuegos en la determinación y gestión de las potencialidades energéticas constituiría una oportunidad para el cambio de la matriz energética municipal, teniendo en cuenta sus particularidades, siendo este representativo al ser una Ciudad de 1er Orden donde confluyen indistintamente en sus Consejos Populares urbanización, urbanización-ruralidad y ruralidad; estudio que puede ser extensible a todos los municipios de la Provincia de Cienfuegos y de Cuba.

El Centro Histórico Urbano, declarado Patrimonio Cultural de la Humanidad, el 15 de julio del 2005, recoge categóricamente en su declaratoria que: “Cienfuegos es el primer excepcional ejemplo de conjunto arquitectónico representativo de las nuevas ideas de modernidad higiene y orden, en el planeamiento urbano desarrollado en América Latina del siglo XIX.”

El CHU de Cienfuegos, cuenta para su organización con cuatro zonas tipológicas, atendiendo a que las mismas poseen características históricas, tipológicas y funcionales que las singularizan dentro del propio Centro; lo que permite el establecimiento de lineamientos y regulaciones urbanas más objetivas para su rescate. Zona A, Zona B, Zona C y Zona D, siendo esta última la que se vincula con la zona de Punta Gorda, incluye desde la calle Campomanes (Avenida 40) hasta la zona conocida como La Punta (Avenida 2), Zona de Protección, considerada así a partir de las disposiciones legales promovidas en la Ley No. 2 de los Monumentos Nacionales y Locales y la creación de la Comisión Nacional de Monumentos.

Dentro de las “Líneas estratégicas, ejes y programas”, de la Estrategia de Desarrollo Provincial, está el Programa 40 “Programa de desarrollo integral del Centro Histórico Urbano de Cienfuegos”.

Estas zonas son por sus características y el peso que tienen en el desarrollo turístico, comercial y patrimonial, priorizadas en la Estrategia de Desarrollo Provincial.

Todo lo anterior representa la situación problemática de la investigación, de ahí que se enuncie el siguiente **Problema de investigación:**

¿Cómo contribuir a la Gestión Energética Local de los Consejos Populares, Centro Histórico Urbano de Cienfuegos y Punta Gorda, desde el modelo de Economía Circular?

En correspondencia al problema declarado se plantea el **Objetivo general de la investigación** que consiste en: Aplicar el Sistema de Gestión Energética Local basado en el modelo de Economía Circular en los CP Centro Histórico y Punta Gorda.

Para alcanzar el objetivo general antes expuesto se proponen los siguientes **Objetivos específicos:**

1. Realizar un análisis documental referente la GE, la GEL, desarrollo local, y EC para el logro de una Ciudad Sostenible
2. Diagnosticar los CP Centro Histórico Urbano de Cienfuegos y Punta Gorda desde la perspectiva de la GEL.
3. Validar el Sistema de Gestión Energética Local basado en el modelo de Economía Circular en los CP Centro Histórico y Punta Gorda.

La investigación está estructurada de la forma: resumen, abstract, introducción, tres capítulos, donde, en el Capítulo I se desarrolla el marco teórico referencial que aborda términos y definiciones necesarias para el desarrollo de la investigación, relacionados con el desarrollo sustentable, desarrollo local y economía circular.

En el Capítulo II se realiza una caracterización del territorio de Cienfuegos y de los Consejos Populares Centro Histórico y Punta Gorda. Además, se efectúa el diagnóstico energético de los mismos.

En el Capítulo III se realiza un análisis de la propuesta del Sistema de Gestión Energético Local basado en el modelo de Economía Circular y se propone aplicar el Sistema de Gestión Energético Local basado en el modelo de Economía Circular en los Consejos Populares Centro Histórico y Punta Gorda.

Así como conclusiones al finalizar cada capítulo y recomendaciones que se derivan de la investigación, la bibliografía consultada y los anexos referenciados en el cuerpo del trabajo.

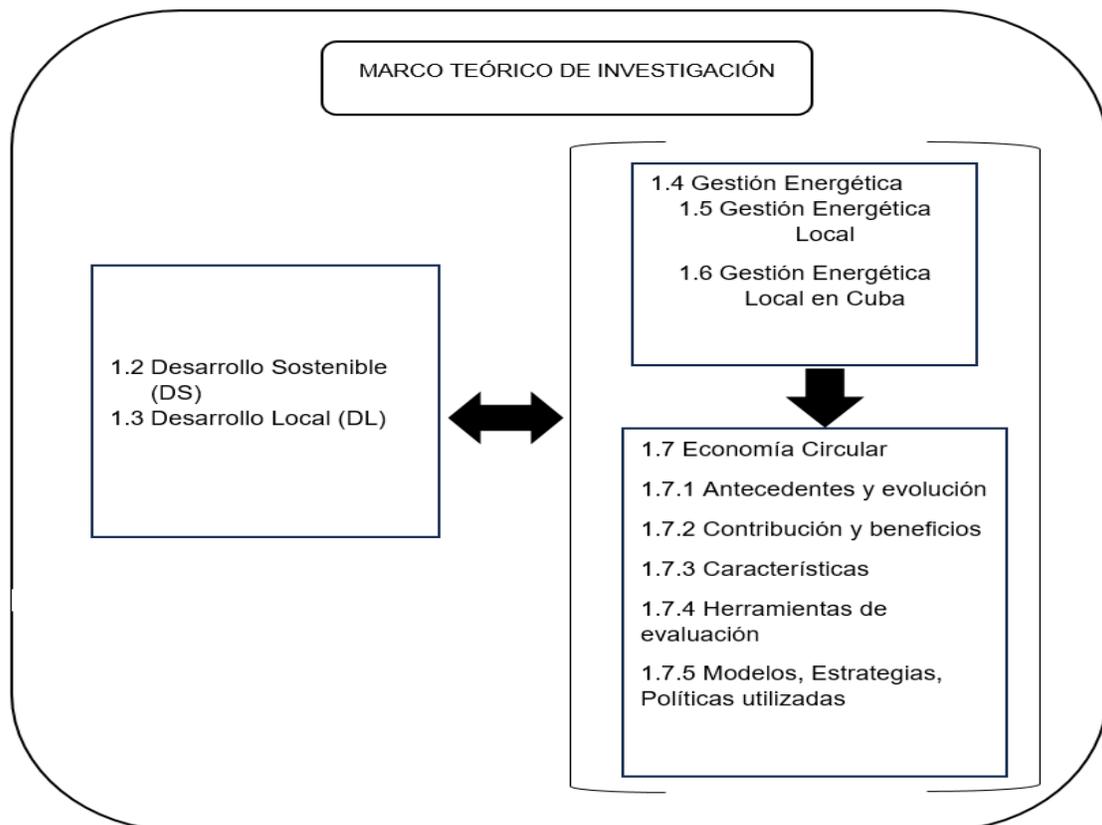
# CAPÍTULO I Gestión Energética local desde el modelo de Economía Circular

## 1.1 Introducción

El Marco Teórico de Investigación que se presenta a continuación realiza el análisis de concepciones y elementos relacionados con la Gestión Energética, la Gestión Energética local, y la Economía Circular, por lo que hace imprescindible la revisión bibliográfica de la temática a abordar, relacionada con el desarrollo local (DL), la existencia de indicadores para la Gestión Energética y metodologías para su evaluación. Para su comprensión se presenta en la Figura 1.1 el hilo conductor para la elaboración del capítulo.

**Figura 1.1**

*Hilo conductor de la Investigación*



*Nota: Elaboración propia.*

## 1.2 Desarrollo Sostenible

La transformación de la naturaleza por el hombre fue una necesidad en los inicios de su existencia, para su supervivencia como especie en un medio que era hostil, pasando la relación que hemos establecido con el medio por diferentes etapas. En un inicio, la relación hombre-naturaleza, se caracterizó por el dominio de esta última sobre el hombre, pero con el progreso científico-tecnológico y social, el hombre alcanzó un dominio impredecible sobre la naturaleza. Desde siempre la especie humana ha interactuado con el medio y lo ha modificado, lo que hace que los problemas ambientales no sean una problemática contemporánea (Acosta, 2010).

Durante la década del 60 del siglo XX las preocupaciones ambientales se incorporaron a la conciencia colectiva a partir del evidente deterioro del medio ambiente incorporándose la reflexión teórica y el debate científico, con un mayor rumbo en la forma de tratar e interpretar la situación del planeta, como consecuencia de las relaciones sociedad-naturaleza y entre los hombres (Acosta, 2010).

No es posible tener una visión integral, completa del problema ambiental y del medio ambiente si se parte solamente de la interpretación de los procesos naturales, al margen de los sistemas o modos de producción que han tenido lugar en el desarrollo de la sociedad humana. El medio ambiente, constituye un sistema complejo y dinámico, a partir de sus componentes humanos, políticos, socioeconómicos, éticos y morales, que evoluciona a través de nuestro devenir histórico como humanidad, que nos implica a todos y nos afecta a todos. Hoy día se identifican como problemas ambientales no sólo los problemas clásicos, sino también otros ligados a cuestiones sociales, culturales y económicas (Acosta, 2010).

La problemática ambiental no se puede entender sin un análisis de los valores del hombre, creencias, saberes, entorno y cultura incorporada para relacionarse con la naturaleza.

El despertar masivo de la consciencia ambiental y social tuvo lugar a finales de los años 60 y la década de los 70, con los primeros programas y convenios en pos de preservar la naturaleza. El concepto Desarrollo Sostenible, ha evolucionado desde que fue descrito en 1987 en el Informe de la Comisión de Brundtland como un “desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades”. Anterior a esto ya el término había sido abordado en el 41 Congreso de la AIEST, donde se habían referido al mismo como “aquel que mantiene un equilibrio entre los intereses sociales, económicos y ecológicos”. Hoy el

concepto se articula con el DL y las políticas de gobierno, a nivel, nacional, local y comunitario (AIEST, 1991).

En 1992, la comunidad internacional se reunió en Río de Janeiro, Brasil, para discutir los medios para poner en práctica el desarrollo sostenible. Durante la denominada Cumbre de la Tierra de Río, los líderes mundiales adoptaron el Programa 21, con planes de acción específicos para lograr el desarrollo sostenible en los planos nacional, regional e internacional. Esto fue seguido en 2002 por la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, que se aprobó el Plan de Aplicación de Johannesburgo. El Plan de Aplicación se basó en los progresos realizados y las lecciones aprendidas desde la Cumbre de la Tierra, y preveía un enfoque más específico, con medidas concretas y metas cuantificables y con plazos y metas (ONU, 2002).

El desarrollo sostenible (DS) es un término más amplio (Ceglia, Esposito, Marrasso, & Sasso, 2020), busca un desarrollo económico factible, viable desde lo social y amigable con el medio ambiente (Kumar, 2017) (Harjanne & Korhonen, 2019) (Mangla, 2020), con un consenso político (Gupta, Pouw, & Ros-Tonen, 2015), que exige una articulación entre lo nacional, territorial y local (Fernández & Núñez, 2020); este se alcanza cuando se mantiene a lo largo del tiempo (Guerrero, 2023).

A partir de la aplicación y seguimiento integrados y coordinados de los resultados de las grandes conferencias y cumbres de las Naciones Unidas en las esferas económica y social y esferas conexas y dándole seguimiento de los resultados de la Cumbre del Milenio, se aprueba en el Septuagésimo período de sesiones de la Asamblea General de las Naciones Unidas, Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, plan de acción en favor de las personas, el planeta y la prosperidad, en septiembre de 2015. El documento presenta 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible y 169 metas conexas de carácter integrado e indivisible. Nunca se habían comprometido los líderes del mundo con una acción y un empeño comunes en pro de una agenda de políticas tan amplia y universal (ONU A. G., 2015/b/).

A medio camino de la fecha límite para la Agenda 2030, el Informe de Progreso de los ODS, Edición especial, muestra que más de la mitad del mundo está quedando atrás. Los avances para más del 50 % de las metas de los ODS son endeble e insuficientes, y el 30 % están estancados o han retrocedido. Estos incluyen metas esenciales sobre la pobreza, el hambre y el clima (ONU, 2023).

Si las tendencias actuales continúan para 2030, 575 millones de personas aún vivirán en pobreza extrema, 675 millones de personas viven en la oscuridad, sin luz, 1 de 4 personas todavía utilizarán sistemas para cocinar inseguros y poco eficientes para 2030. Las mejoras en eficiencia energética deben aumentar su ritmo en más del doble, 1,4 % real (2015-2020) y 3,4 % necesaria (2020-2030) (ONU, 2023).

### **1.3 Desarrollo Local**

En Cuba el DL se orienta como el proceso que implementa a escala local las transformaciones de las dimensiones ambiental, económico-productiva y político-social interconectado con el entorno (Guzón, 2005). Un elemento distintivo del DL para Cuba es que constituye un complemento necesario a las políticas y objetivos nacionales, donde las iniciativas de DL deben revitalizar el vínculo entre las autoridades centrales y la administración provincial y municipal, brindando mayor protagonismo a los actores locales en la búsqueda de soluciones a sus propios problemas (González & Samper, 2005); siendo necesario el fortalecimiento de las estructuras y los poderes locales, a partir de la estimulación, la participación ciudadana y del logro de acciones integradas a nivel de procesos de producción local (Caño, 2004) (Iñiguez & Ravenet, 2005).

El DL nace de la necesidad de los residentes de un territorio de concentrarse en su desarrollo, como un proceso de articulación de las estructuras políticas, sociales, económicas y el cuidado del medio ambiente; enfocado a acoplar las potencialidades por medio de procesos relacionados con propósitos como la igualdad, el crecimiento y la sostenibilidad incluyendo los recursos energéticos de un territorio, con el objetivo de garantizar el bienestar de la población (Baleta, 2019).

La teoría del DL surge a partir de pensar más allá del crecimiento económico en cifras y se entiende como un todo que integra: los enfoques del desarrollo humano, del desarrollo sostenible, de la competitividad sistémica, del neo institucionalismo, del capital social y de la nueva geografía económica. En ese contexto, se discute si es necesario que el gobierno en sus distintos niveles sea el centro de la política de desarrollo (Díaz-Canel, 2021).

El DL se define como un proceso esencialmente endógeno, participativo, innovador y de articulación, se sustenta en el liderazgo de los gobiernos municipales para la gestión de sus estrategias de desarrollo dirigidas, desde la gestión del conocimiento y la innovación, al fomento de proyectos que generen transformaciones económico-productivas,

socioculturales, ambientales e institucionales, con el objetivo de elevar la calidad de vida de la población (Guerrero, 2023).

Las asociaciones territoriales resultan útiles e innovadoras no solo para la identificación y planeación estratégica de las riquezas y potenciales, sino, también para la identificación de problemas y la construcción conjunta de soluciones para la erradicación de estos y no simplemente su traslado de una zona a otra. Tal como lo argumentan (Gupta & Vegelin, 2016), las asociaciones municipales se han convertido en una nueva forma de gestionar el territorio y en fuente de metodologías innovadoras de trabajo en los municipios, que superan los esquemas tradicionales al instalar una lógica de planificación y acción municipal concertada que incluye los diagnósticos territoriales, los análisis de problemas, la planificación estratégica y operativa, la construcción conjunta de soluciones, la priorización de proyectos y la asignación de recursos, así como el control (Guerrero, 2023).

El DL tiene sus objetivos establecidos, son los tres generales: la transformación del sistema productivo local, el crecimiento de la producción y la mejora del nivel de vida y de empleo de la población; también incluye objetivos genéricos de las políticas de DL, siendo estas: (1) crecimiento de la producción y el empleo locales, (2) mejora del nivel de vida de la población, (3) transformación del sistema productivo local, (4) desarrollo del potencial endógeno, (5) aumento de la capacidad local de decisión, (6) incremento de la capacidad territorial de atracción y el diálogo entre actores y (7) dinamización de la sectorialidad local (Pérez A. , 2019).

Diversos autores han dado sus definiciones sobre DL, en común estos autores consideran al DL como el crecimiento económico mediante el aprovechamiento de los recursos endógenos unido a un DS sustentado en políticas públicas, que viabilicen elevar la calidad de vida de la población (Guerrero, 2023).

El DL constituye un proceso activador de la economía y dinamizador de la sociedad local (Lazo, 2002) que se sustenta en la gestión del liderazgo y en la búsqueda del equilibrio entre la eficiencia, equidad y ecología; conteniendo como aspectos fundamentales lo económico, social y ambiental. Por lo que deben preservar los cambios estructurales que potencien la solidaridad, justicia social, calidad de vida y uso racional de los recursos endógenos garantizando una mejora del bienestar social en el presente y el futuro (Pino & Becerra, 2003) (Pino, 2008).

En Cuba, el DL se orienta como el proceso que se implementa a escala local; las transformaciones de las dimensiones ambiental, económico-productiva y político-social interconectado con el entorno, que promueven un incremento de bienestar de la sociedad (Guzón, 2005) (Guzón & Hernández, 2015) (Guzón, 2016); que sean realmente efectivos y basados en la utilización de sus recursos endógenos, por lo que se ratifica el nivel local como reservorio de potencialidades y espacio de resiliencia y construcción de alternativas viables e innovadoras (Guzón, 2020).

Un elemento distintivo del DL para Cuba es que constituye un complemento necesario a las políticas y objetivos nacionales (Díaz-Canel, 2021), donde las iniciativas de DL deben revitalizar el vínculo entre las autoridades centrales y la administración provincial y municipal, brindando mayor protagonismo a los actores locales en la búsqueda de soluciones a sus propios problemas (González & Samper, 2005) (Torres Páez, 2015) (Díaz-Canel, 2021) haciéndose necesario el fortalecimiento de las estructuras de poderes locales, a partir de la estimulación a la participación ciudadana y del logro de acciones integradas a nivel de procesos de producción local (Caño, 2004) (Iñiguez & Ravenet, 2005) (Boffill, 2010) (Boffill, 2015) (Carmona, Cordero, & García, 2020).

La gestión del gobierno basada en ciencia e innovación constituye una alternativa que conduce al desarrollo sostenible en función del sistema político, económico, social y cultural, así como del enfoque, los objetivos, las tendencias, las normas y los métodos que se utilicen (Macías, 2015). La gestión del gobierno se rige por los valores contenidos en la Visión de la Nación y se orientan al cumplimiento del PNDES 2030.

Un Sistema de Gestión de Gobierno basado en Ciencia e Innovación (SGGCI) persigue fortalecer el papel de la ciencia y la innovación en la búsqueda de soluciones creativas a problemas que surgen en el proceso de desarrollo económico y social del país, tanto en la producción de bienes y servicios, como en los ámbitos de la administración pública, las actividades de CTI, la educación, la cultura, u otros (Díaz-Canel, 2021).

El SGGCI permite situar prioridades y distribuir recursos; promover la presencia del conocimiento experto en la toma de decisiones; respaldar la formulación, seguimiento y evaluación de políticas públicas; promover interacciones y eliminar barreras; extender los escenarios de la innovación a todos los espacios y sectores de la sociedad; generar motivaciones e incentivos en los actores; fortalecer la institucionalidad; promover los valores y enfoques propios de la innovación entre la población y los cuadros (Díaz-Canel, 2021).

## 1.4 Gestión Energética

La eficiencia energética, entendida como la eficiencia en la producción, distribución y uso de la energía necesaria para garantizar la calidad total, es parte del conjunto de problemas que afectan la competitividad de las empresas o instituciones.

La gestión energética (GE) es parte del sistema de gestión de una organización dedicada a desarrollar e implementar su política energética. La GE o administración de la energía es un subsistema de la gestión organizacional que abarca las actividades de administración y aseguramiento que le confieren a la organización la aptitud para satisfacer de forma eficiente sus necesidades energéticas (Borroto, 2006).

Con la aprobación de la norma ISO 50 001: 2011 "Energy Management Systems – Requirements with guidance for use." por la Organización Internacional de Normalización (ISO), como resultado de normas técnicas desarrolladas por países como Dinamarca en el año 2001, Suecia en el 2003, Estados Unidos e Irlanda en el 2005, España en el 2007 y la Unión Europea en el 2009 (Correa, 2014); ha traído como consecuencia el aumento del interés internacional en la GE. Por este motivo para muchas organizaciones la GE se ha convertido en una prioridad por lo que se esfuerzan en reducir los costos de energía, ajustándose a los requisitos reglamentarios y por ende a mejorar su imagen corporativa (Antunes, Carreira, & da Silva, 2014).

La solicitud para el desarrollo de la norma internacional ISO 50001: 2011 de gestión de la energía provino de la Oficina de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), quien reconoció que la industria necesitaba plantear una respuesta efectiva al cambio climático. Para la ISO la gestión energética fue uno de los cinco campos principales dignos para el desarrollo de Normas Internacionales. La gestión eficaz de la energía es una prioridad, ya que cuenta con un potencial significativo en cuanto al ahorro de energía y la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en todo el mundo (ISO, 2011).

La aplicación global de esta norma contribuye a lograr un uso más eficiente de las fuentes de energía disponibles, incrementar la competitividad y reducir el impacto ambiental asociado al uso de la energía, al establecer un marco internacional para la gestión de todos los aspectos relacionados con la energía, incluidos su uso y adquisición, por parte de las instalaciones industriales y comerciales, o de las compañías en su totalidad. La norma sugiere a las organizaciones las estrategias y herramientas de gestión, como los

indicadores energéticos, para incrementar su eficiencia energética, reducir costos y mejorar su desempeño ambiental (Aguero, 2016) (Aureliano, 2016).

Para Cuba es una necesidad una adecuada gestión energética por la matriz que tenemos.

En la meta de avanzar hacia un desarrollo sostenible, con una disminución de la pobreza y la desigualdad social, es crucial el acceso de la población a los servicios de energía, y es por ello una premisa importante dentro de los Objetivos del Milenio de las Naciones Unidas. El desafío de lograr una mayor disponibilidad de servicios de energía fue ratificado en la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible de Johannesburgo en 2002, donde se dio a conocer que 1.600 millones de habitantes no tienen acceso a la electricidad (ONU, 2002).

En la actualidad, el petróleo y sus derivados están alcanzando valores máximos históricos. La volatilidad en la cotización del crudo, que surgió con las amenazas terroristas, tensiones en países productores y la invasión a Irak, creó una gran incertidumbre sobre este factor productivo. Se proyecta un aumento sostenido en los precios, debido a la devaluación del dólar estadounidense, la especulación, y la creciente demanda global, situación que se enfrenta a una contracción en la oferta mundial, con caída en reservas y aumento en los costos de extracción (PNDU, 2019).

La alta dependencia energética del crudo y sus derivados hace que su cotización tenga un gran impacto en las economías nacionales. Por lo tanto, uno de los principales desafíos de las nuevas estrategias energéticas es el logro de un cambio en los patrones de consumo, favoreciendo el uso eficiente y el ahorro. Para Cuba, esto es particularmente trascendente, considerando que la energía eléctrica del país proviene fundamentalmente del petróleo, a diferencia de Paraguay, que cuenta con una importante base hidroeléctrica de producción (PNDU, 2019).

Cabe añadir, asimismo, que además de las cuestiones de economía y seguridad, los combustibles fósiles son los que mayor daño causan al medio ambiente, a través de las emisiones de CO<sub>2</sub> y otros gases de efecto invernadero. El aumento del consumo de petróleo conduce de esta forma a fortalecer los efectos del cambio climático, como la contaminación del aire y la acidificación de tierras y aguas (Correa, 2021).

En consideración a estos hechos, se propone una política energética llevada adelante en Cuba desde el año 2004, conocida como “Revolución Energética”, e implementada luego de experimentarse en el país una aguda crisis en el suministro de energía (Correa, 2021).

En medio de esta crítica situación, se definió una política energética nacional, basada en cinco programas de acción. En primer lugar, se llevó adelante el programa de uso racional de la energía, con el objetivo de lograr ahorro y uso eficiente. En segundo término, se implementó el programa de transformaciones del sistema eléctrico nacional, que se propuso el incremento de la disponibilidad del servicio eléctrico. Se inició asimismo el programa para incrementar el uso de las energías renovables, el programa de aumento de la explotación y producción de petróleo y gas, y el de auspicio a la colaboración internacional (Correa, 2021).

La política energética cubana ha tenido resultados auspiciosos, considerando que en 2004 y 2005 se enfrentaron 188 y 224 días con apagones mayores a 100 MW de más de una hora de duración, mientras que en 2006 sólo fueron 3 días, y desde 2007 éstos han sido superados. De acuerdo con la Unión Eléctrica de Cuba, el país ahorró en 2006 y 2007 aproximadamente 960 mil toneladas de combustibles, mientras que el Ministerio de la Industria Básica calcula en 400 millones de dólares el monto ahorrado, como resultado de las medidas adoptadas a través de los diferentes programas de la política energética (Correa, 2021).

Un presupuesto de 40 millones de dólares destina el Ministerio de la Industria Básica para propiciar el uso de fuentes renovables de energía. El programa para incrementar el uso de estas fuentes apunta al mayor aprovechamiento de la energía eólica, hidroenergía, energía solar fotovoltaica y térmica, biomasa cañera y forestal, biogás, y energía del mar. Cabe destacar que el programa posibilitó importantes iniciativas locales, en el marco de los objetivos de la política energética (Correa, 2021).

### **1.5 Gestión Energética Local**

La GEL como la define (Jaccard, Failing, & Berry, 1997) incluye la planeación estratégica de las necesidades y usos de energía en la localidad a corto, mediano y largo plazo, de manera que resulten en la implementación de un sistema energético eficiente, económico y amigable con el medio ambiente. Además, a nivel local puede ser implementado a escala regional, en municipios y vecindarios (St. Denis & Parker, 2009).

Otra concepción de la GEL es considerarla como el conjunto de acciones que se realizan para obtener el mayor rendimiento posible de la energía consumida, incluye el conocimiento y control de los consumos energéticos de todo el municipio, considera el tratamiento del agua y los residuos (U.S, 2008) (Draw, 2012), intenta coordinar los esfuerzos que se

realizan de forma independiente y establece una asociación local de acciones y comunicación (FEMP, 2011); por lo que constituye una de las medidas más productivas en la mejora de la gestión pública local.

Otro de los conceptos de la GEL está basado en el diseño flexible del uso de las TICs, donde los centros de mini datos puedan trazar una red que contengan información de las fuentes de energía con inclusión de las renovables (Bird, 2014).

La GEL está compuesta por tres actores importantes: (1) los consumidores de energía a escala local que deben brindar la información relacionada con el crecimiento de la demanda a nivel local y su satisfacción; (2) las autoridades que son las encargadas del tratamiento, la asistencia técnica, la implementación de políticas energéticas locales y regionales, el monitoreo de estas y del cumplimiento de las normas, sirviendo como un catalizador en el cambio institucional del gobierno local y la AP; y por último (3) el sector de producción y de servicios que se encargan de facilitar el intercambio de experiencias, la propuesta y socialización de ideas innovadoras (ICLEI, 2011).

Un nuevo concepto dentro de la GEL lo constituye las pequeñas comunidades y municipalidades energéticas (PCME) que asocian la sostenibilidad energética, el medioambiente y lo social, al desarrollo de las comunidades (Pollifroni, 2011) (Schwartz, 2014) (Huang, 2017) (Ceglia, Esposito, Marrasso, & Sasso, 2020). Las PCME según (Ceglia, Esposito, & Sasso, 2019) pueden definirse como la energía utilizada localmente (privado, público y mixto) en un área específica cuyo uso final (ciudadanos, compañías, administración pública), satisfacen las necesidades energéticas mediante la adopción del aprovechamiento cooperativo entre el uso, la distribución y la energía generada, promoviendo el uso de las FRE y la gestión energética inteligente; con beneficios en términos de costos, sostenibilidad y salud.

Los beneficios generales de una GEL eficiente incluyen la reducción de los costos asociados a la energía en el municipio, de las emisiones de GEI, del uso de los sistemas eléctricos convencionales al integrar las FRE y la dependencia de la importación de petróleo y gas (Van Wie, 2003) (St. Denis & Parker, 2009) (Correa, 2018) (Correa, 2021) a ello se le suma una disminución del costo de los portadores energéticos, el mejoramiento de la fiabilidad y calidad del suministro y la activa participación de los ciudadanos en el uso local de los recursos energéticos (Ceglia, Esposito, Marrasso, & Sasso, 2020).

La GEL posee cuatro décadas de desarrollo (ver anexo 1) con la primera experiencia en Suecia, a partir del desarrollo de un modelo para la planificación energética en los municipios (Wene & Rydén, 1988) que realizó una importante contribución a la mejora de la gestión de los gobiernos locales en cuanto al comportamiento de sus finanzas y la reducción de los impactos sobre el medio ambiente. En la actualidad la GEL en los países más desarrollados incluye el uso de herramientas on line, la planificación a corto, mediano y largo plazo mediante la modelación y los estudios de escenarios, la implantación de ideas innovadoras y su socialización (Lim, 2012) (Neves, Leal, & Lourenço, 2015) (Correa, 2018). En el tiempo transcurrido desde las primeras experiencias en Suecia se han desarrollado numerosos modelos, metodologías, estrategias e indicadores para la GEL.

Las referencias estudiadas, tienen como regularidad que se aborda la GEL desde la perspectiva del autor, las particularidades contextuales y se abordan de forma independiente los elementos de la GEL (planificación energética, uso de recursos energéticos locales e incidencia en la sociedad) con una tendencia a incorporar la planificación de la energía, despliegue de las FRE, optimización de recursos energéticos externos y locales e indicadores energéticos locales. Estas experiencias facilitan la acción y toma de decisiones de los gobiernos locales sobre los recursos energéticos, la incorporación del concepto desarrollo sostenible, y la intervención ciudadana en la gestión de los recursos energéticos locales (Correa, 2014).

En la revisión existen dos modelos para la GEL el (1) modelo de gestión de la energía propuesto por (Zia & Deyadas, 2007) aplicado en la Ciudad de Lucknow, Suecia y el (2) modelo para la gestión energética municipal desarrollado por la Alianza Ártica en Canadá propuesto por (St. Denis & Parker, 2009) aplicado en diez localidades. Estos modelos integran los elementos de la GEL, sin embargo su aplicación se basó en municipios cuyas características climatológicas son típicas de climas fríos.

En los temas energéticos la participación de los gobiernos es fundamental; porque dominan de forma general los recursos, la aplicación de marcos regulatorios y fiscales; donde el desempeño de esas funciones requiere de innovación institucional y de un fortalecimiento de la capacidad de la GP, para optimizar los beneficios sociales en la explotación de los recursos energéticos (CEPAL, 2014) (Mangla, 2020). Las Naciones Unidas plantea que para que el gobierno logre efectividad en su GE; se requiere de políticas, regulaciones y leyes que ayuden a una buena gobernanza (Bazilian, Outhred, Alan Miller, & Kimble, 2010).

El planteamiento de iniciativas gubernamentales hacia el incremento de la eficiencia energética y la capacidad técnica para tecnologías energéticas; hacen necesario establecer políticas públicas que permitan superar las barreras sociales, políticas y culturales (Sovacool, 2013) donde se establezcan metas por la vía de ellas en la búsqueda de una acción sostenible local e identificar nuevos espacios de apertura para para legitimar acciones locales sobre el cambio climático desde la energía sostenible que incluyan las FRE, la eficiencia energética, la reacción ante la demanda (Kuzemko & Britton, 2020).

### **1.6 La Gestión Energética Local en Cuba**

En el año 2017 se aprueban las bases del Plan de Desarrollo Económico y Social hasta el 2030 relacionado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas para ese periodo. Con la declaración de la protección de los recursos y el medioambiente como dimensiones del desarrollo sostenible y ejes estratégicos en el Plan de desarrollo económico y social hasta el 2030, así como la actualización de los lineamientos de la Política Económica y Social referentes a los territorios con el lineamiento 17, la política energética a través de los lineamientos 204, 205, 207 y 208 (Correa, González, & Hernández, 2017), el Decreto-Ley No. 345/ 2017 “Del desarrollo de las fuentes renovables y el uso eficiente de la energía”, así como la instrucción y resoluciones complementarias al respecto rectorado por la Constitución de la República de Cuba que en su artículo 169 reconoce la autonomía del municipio y en el artículo 75, la responsabilidad de proteger el medio ambiente y los recursos naturales con estrecha vinculación al desarrollo sostenible de la economía y la sociedad

En el estudio documental sobre la gestión energética local en Cuba se identificaron tres trabajos: la definición de indicadores sectoriales energéticos para el municipio Cienfuegos (Monteagudo, 2013), la experiencia piloto en la utilización de las fuentes renovables de energía en el municipio de San José de las Lajas, Provincia de Mayabeque (Rojas, 2014), por otra parte el Centro de Gestión de la Información y Desarrollo de la Energía (CUBAENERGÍA) a través de la Red Nacional de Gestión del Conocimiento en Energía (REDENERG) logra la interrelación de actores vinculados directa o indirectamente al sector energético, con el propósito de acompañar y asesorar a los decisores en el proceso de identificación de los problemas energéticos y en la determinación de soluciones (González, 2006), con la creación del Nodo Municipal de Energía (NOME) (Arencibia, 2014).

Los estudios realizados por la Red Nacional de Gestión del Conocimiento en Energía o REDENERG y CUBAENERGÍA se han basado en acciones puntuales de eficiencia energética y en el aprovechamiento de la informatización de la sociedad y no en la gestión energética municipal, reconociéndose como problema energético que los gobiernos municipales no han desarrollado los mecanismos para la gestión energética de subordinación territorial (González, 2006).

En Cuba existe la misma tendencia que a nivel mundial, relacionada con el crecimiento de la población en las zonas urbanas (Cabello, 2014); sin embargo, el suministro de energía en el país es una responsabilidad de las autoridades nacionales, y las autoridades locales tienen un papel limitado para pronosticar la demanda de energía y trabajar en programas de ahorro para satisfacer los requisitos de los ciudadanos con la cantidad de energía asignada por el gobierno central (Rodríguez M. , 2011); (González, Arencibia, & Saunders, 2013) (Correa, González, & Hernández, 2017) (Correa, 2018).

El sistema socioeconómico cubano tiene entre sus particularidades, que está centrado en el ser humano y el desarrollo se entiende como la expansión de las potencialidades humanas y las políticas sociales. Durante los últimos 60 años constituyen parte esencial del desarrollo, la justicia social, las oportunidades de los ciudadanos y la equidad (Correa, 2018). La cultura del ahorro, las políticas que lo reconocen como una de las principales potencialidades de desarrollo (Cabello, 2012) y el uso racional de los recursos también es de vital importancia para el Modelo Económico y Social cubano, afectado por el bloqueo impuesto por los Estados Unidos de América (Striker, 2010) (Díaz-Canel, 2021) e intensificado en el 2016 y con una mayor agresividad a partir del año 2019.

El país, en el 2011, inicia un cambio de enfoque hacia la energía sostenible en la proyección de la actualización del Modelo Económico y Social, en el 2014 se aprueba la Política para el desarrollo perspectiva de las fuentes renovables y el uso eficiente de la energía con énfasis en elevar la eficiencia energética y un cambio de la estructura de la matriz energética actual (Correa, 2016) sustentada en el 95,7 % por combustibles fósiles (Correa, 2021) (Gómez, 2021) y su relación con la competitividad de la economía nacional; para disminuir la dependencia de estos combustibles importados, sus costos energéticos y el impacto medioambiental (Correa, González, & Hernández, 2017).

En el año 2017, se aprueban las bases del Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social (PNDES) hasta el 2030 relacionado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de

las Naciones Unidas para ese periodo (ONU A. G., 2015/b/) (Díaz-Canel, 2021) (Correa, 2021). Con la declaración de la protección de los recursos y el medioambiente como dimensiones del desarrollo sostenible y ejes estratégicos en el PNDES hasta el 2030, así como la actualización de los lineamientos de la Política Económica y Social referentes a los territorios con el lineamiento 17, la política energética a través de los lineamientos 204, 205, 207 y 208 (Correa, González, & Hernández, 2017) (Correa, 2021), el Decreto - Ley No. 345/2017 "Del desarrollo de las fuentes renovables y el uso eficiente de la energía", así como las instrucciones y resoluciones complementarias al respecto (Consejo De Estado, 2019) rectorado por la Constitución que en su artículo 169, reconoce la autonomía del municipio; y en el artículo 75, la responsabilidad de proteger el medio ambiente y los recursos naturales con estrecha vinculación al desarrollo sostenible de la economía y la sociedad (ANPP, 2019).

Una respuesta desde las universidades a esta problemática la aporta en su investigación, (Correa, 2021), con un Instrumento Metodológico para la Gestión Energética en los Órganos de Gobierno Local en Cuba, propone un procedimiento y herramientas asociadas que posibilitan su implementación práctica en cualquier municipio del país; constituye una solución metodológica al problema científico planteado que contribuye a dar un soporte desde la innovación al proceso de toma de decisiones que se ejecuta en los gobiernos locales, al incorporar la GEL en la gestión de gobierno en Cuba (Correa, 2021).

El instrumento metodológico propuesto incluye un paquete de herramientas asociadas para la GEL como respuesta a la carencia de estas en la gestión de los gobiernos locales cubanos. Estas herramientas están sustentadas en la revisión y análisis de la literatura científica y mejores prácticas en el mundo y Cuba; y constituyen una novedad científica. El paquete herramental lo constituyen: (1) el procedimiento para el diagnóstico energético municipal, (2) la metodología para el balance energético municipal, (3) la metodología de diseño de indicadores energéticos para el sector residencial, (4) el método para la determinación del índice de eficiencia energética municipal y (5) el Producto GEM donde se integran los elementos de la GEL con el uso de las TICs (Correa, 2021).

### **1.7 Economía Circular**

La revolución industrial, trajo un cambio en el paradigma tecnológico y en la matriz energética, lo que ha signado el modelo desarrollista de inicios del siglo XX hasta los primeros años del XXI. Esto permitió el crecimiento económico de gran parte de países

capitalistas convertidos en potencia. Sectores como la explotación, fabricación, construcción y transporte, progresaron aceleradamente teniendo más facilidad para desarrollar gran cantidad de actividades. Sin embargo, el concepto de obtener ganancias a corto plazo no permitía el desarrollo simultáneo con el medio ambiente, generando impactos ambientales, en todos los sectores de producción, desde la extracción, elaboración y finalización de la vida útil de los productos, además de los residuos generados en cada etapa. Todos estos impactos colaboran con el desarrollo y son el origen de grandes desastres naturales y problemáticas ambientales (Molina, 2022).

### **1.7.1 Antecedentes y evolución del concepto de Economía Circular**

Es por esto que conceptos económicos como la EC, permiten el enlace de la producción y construcción lineal, en un proceso cíclico. Integrando de nuevo en la producción y construcción como fuente de insumos, residuos como los residuos de construcción y demolición. De esta manera se reducen impactos ambientales, la generación de residuos y las emisiones de gases contaminantes y material articulado (Agudelo, 2020).

El origen de la EC no se remonta a una única fecha o un único autor. Desde finales de la década de los setenta sus aplicaciones prácticas en los sistemas económicos y procesos industriales modernos han cobrado impulso, han ido desarrollándose a lo largo de este tiempo y continuará en el futuro. El concepto de EC ha ido surgiendo y está continuamente adaptándose a nuevas formas y herramientas para su posible aplicación. Los diferentes conceptos de EC van ligados directamente a como la sociedad ha ido y está buscando nuevas alternativas (Arroyo Morocho, 2018).

Según (Murray, 2017), se refiere a la EC como: “Un modelo económico en donde la planificación, el abastecimiento, la producción y los reprocesos están diseñados y gestionados, ya sea como procesos o como salidas, para maximizar el funcionamiento de los ecosistemas y el bienestar humano”.

“Una EC es un sistema industrial que es restaurativo y regenerativo por intención y por diseño” (Ellen MacArthur Foundation, 2015).

La EC nace de la idea de que los ciclos naturales no generan residuos: la materia fluye. La basura de un organismo es recuperada y apreciada por otro. Esta idea de “la basura es comida” es tomada desde la naturaleza y actualmente aplicada a los procesos técnicos humanos para repensar la manera en cómo funcionan nuestras tecnologías, la forma de

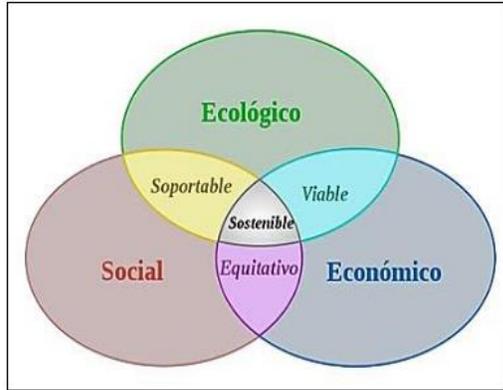
diseñar productos y la forma en cómo el consumidor interactúa con ellos. Los productos no bio degradables deben ser diseñados bajo una lógica de “retorno y renovación” (Ellen MacArthur Foundation, 2015). Los productos deben ser diseñados para que sus materiales puedan volver a ser reprocesados para crear productos nuevos conforme las tecnologías avanzan (Páez, 2017).

### 1.7.2 Contribución y beneficios de la Economía Circular al desarrollo sostenible

El objetivo del desarrollo sostenible es continuar creciendo (sin provocar daño al entorno). Explicando de forma distinta se podría decir que el desarrollo sustentable es la estrategia mediante la cual se organizan las actividades antrópicas que afectan al ambiente (Balboa & Domínguez, 2014), con el fin de lograr una adecuada calidad de vida, previniendo o minimizando los problemas ambientales; esta gestión es llevada a cabo por medio la interacción que se muestra en la Figura 1.2.

**Figura 1.2**

*Desarrollo sustentable*



Nota: (Martínez & Vargas, 2017).

Actualmente, el paradigma de la EC es adoptado por numerosos países y empresas. Está claro que las ventajas de su aplicación se formulan para el crecimiento de la economía con sustentabilidad ambiental como un medio de desarrollo sostenible, la EC ha obtenido la atención de los gobiernos (Martínez & Vargas, 2017).

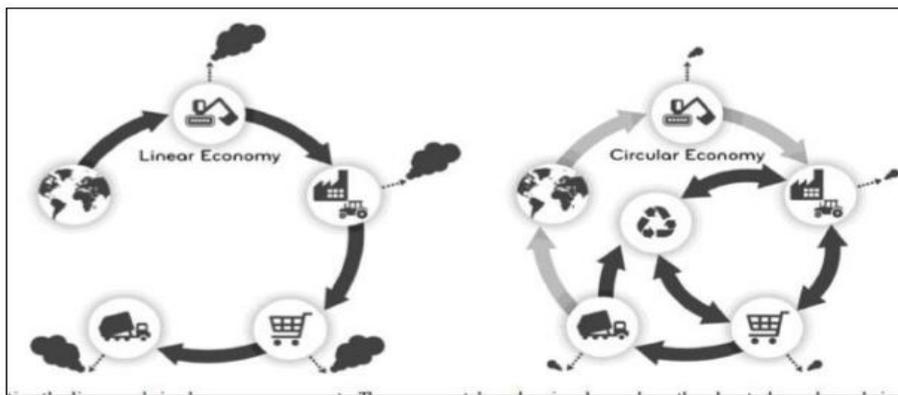
Así entonces, la EC se ha convertido en un paradigma que busca el desarrollo sostenible, proponiendo diferentes estrategias en toda la cadena de producción y uso de los productos

y servicios. Es necesaria la implantación de la EC en las empresas para impulsar la sostenibilidad económica a largo plazo, entendiendo, además, la importancia de la componente social dentro de este tan dicotómico y a la vez recurrente propósito “la sostenibilidad”, respondiendo al mismo tiempo, al cambio de pensamiento científico, empresarial y político que se viene operando desde los fundamentos económicos que se discursa y en cierta medida se defiende en el mundo actual (Bencomo, 2019).

El concepto de EC se avala en los compendios de la escuela ecologista y plantea un cambio prototipo reducir, reutilizar y reciclar por una transición más amplia y duradera; que permita empujarse el impacto causado por las actividades humanas sobre el medio ambiente. Este modelo otorga al residuo un papel dominante y se sustenta en la reutilización ingeniosa del residuo, esté de medio ambiente o de origen técnico, en un modelo recurrente que imita a la naturaleza y se conecta con ella. Bajo este enfoque, el residuo pierde su condición de tal y se convierte en la masa prima alimentaria de los ciclos naturales o se convierte para establecer parte de nuevos productos tecnológicos con un mínimo gasto energético, ver Figura 1.3 (Martínez & Vargas, 2017).

**Figura 1.3**

*Contraste de los conceptos de economía lineal y circular.*



Nota: (Martínez & Vargas, 2017).

### **1.7.3 Características de la Economía Circular**

De acuerdo con el concepto que se ha venido definiendo sobre EC, podemos señalar las siguientes características claves (European Environment Agency, 2016):

- Reducción de insumos y menor utilización de recursos naturales:
  - Explotación minimizada y optimizada de materias primas, aunque proporcionando más valor con menos materiales.
  - Reducción de la dependencia de las importaciones de recursos naturales.
  - Utilización eficiente de todos los recursos naturales.
  - Minimización del consumo total de agua y energía.
- Compartir en mayor medida la energía y los recursos renovables y reciclables:
  - Reemplazar los recursos no renovables por renovables con niveles sostenibles de oferta.
  - Mayor proporción de materiales reciclables y reciclados que puedan reemplazar a materiales vírgenes.
  - Cierre de bucles materiales.
  - Extraer las materias primas de manera sostenible.
- Reducción de emisiones:
  - Reducción de emisiones a lo largo de todo el ciclo material, a través del uso de menor cantidad de materias primas y obtención sostenible de las mismas.
  - Menor contaminación a través de ciclos materiales limpios.
- Disminuir las pérdidas de materiales y de los residuos:
  - Minimizar la acumulación de desechos.
  - Limitar, y tratar de minimizar, la cantidad de residuos incinerados y vertidos.
  - Minimizar las pérdidas por disipación de recursos que tienen valor.
- Mantener el valor de productos, componentes y materiales en la economía:
  - Extender la vida útil de los productos, manteniendo el valor de los productos en uso.
  - Reutilizar los componentes.
  - Preservar el valor de los materiales en la economía, a través de reciclaje de alta calidad.

#### **1.7.4 Herramientas de evaluación de Economía Circular**

Actualmente, se han desarrollado herramientas encaminadas a medir la circularidad de las organizaciones. Se realiza una revisión sistemática de las herramientas desarrolladas en España.

### **Características específicas**

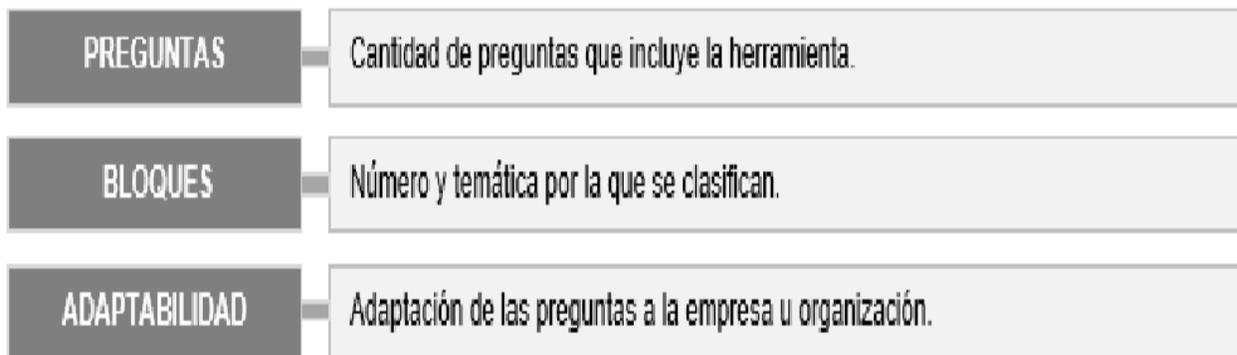
Para poder llevar a cabo una comparación exhaustiva, se diferencia entre herramientas cualitativas y cuantitativas.

### **Herramientas cualitativas**

Las herramientas cualitativas incluyen una batería de preguntas a contestar, y en base a las respuestas, se otorga una puntuación al nivel de circularidad de la organización evaluada. En primer lugar, se analiza el número de preguntas incluidas, el número de bloques en los que se agrupan las preguntas y la adaptabilidad de las preguntas a las características específicas de la organización a evaluar Figura 1.4.

**Figura 1.4**

*Características de las preguntas.*

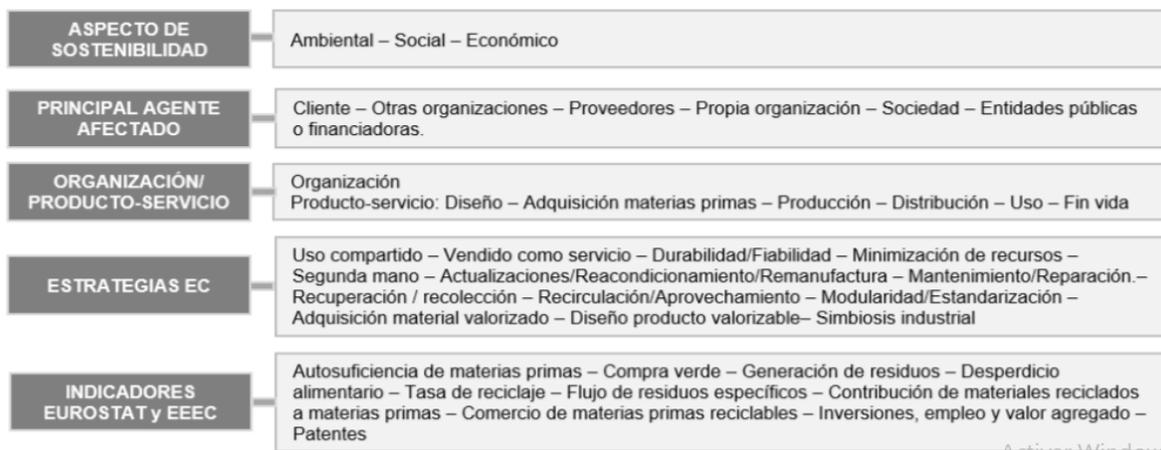


Nota: (Valls-Val & Ibáñez-Forés, 2021).

A continuación, se clasifica cada una de las preguntas de cada herramienta según los ámbitos, y aspectos dentro de cada uno de ellos, que se detallan en la Figura 1.5; aspecto de sostenibilidad considerado, el principal agente al que afecta, si afecta a la organización o al producto/servicio generado por la organización, vinculación con las estrategias de EC, y relación con los indicadores de EC definidos por (EUROSTAT, 2021) y (EEEC, 2020).

**Figura 1.5.**

*Ámbitos para la clasificación de las preguntas*



Nota: (Valls-Val & Ibáñez-Forés, 2021).

### Herramientas cuantitativas

Este tipo de herramientas define indicadores cuantitativos para medir la implantación de la EC en la organización. Para su cálculo, suelen utilizar información relativa a consumos de recursos y generación de residuos. Por ello, en este caso, como características específicas únicamente se considera la entrada de datos necesaria para el cálculo de los indicadores.

### Revisión de herramientas

Como resultado del proceso de búsqueda, se han identificado 5 herramientas de evaluación de EC españolas (Valls-Val & Ibáñez-Forés, 2021).

- **Acodea:** herramienta cuantitativa para el cálculo del Indicador Material de circularidad, siguiendo la metodología desarrollada por la fundación Ellen MacArthur. Desarrollada por la Fundación Acodea (Agriagencia de España) con el apoyo del Ministerio para la Transición Ecológica (ACODEA, 2019).
- **CEEI:** herramienta cualitativa de autodiagnóstico de la sostenibilidad en las organizaciones. Coordinada por el Centro Europeo de Empresas Innovadoras (CEEI) de Valencia y la Universitat de Valencia y financiada por la Generalitat Valenciana y el IVACE (CEEI, 2021).
- **CircularTRANS:** herramienta cualitativa que permite a la organización diagnosticar su nivel de transición hacia modelos circulares, seleccionar oportunidades de mejora, elaborar una hoja de ruta y generar un plan de acción. Desarrollada por la

Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Mondragón, cuenta con la colaboración de otras organizaciones (Tecnun entre ellas) (CircularTRANS, 2020).

- **Inédit:** herramienta cualitativa de autoevaluación de la circularidad, que identifica las oportunidades de mejora que ofrece la EC para la organización bajo estudio. Desarrollada por Inedit Innova (Inédit, 2020).
- **TECNUN:** herramienta cualitativa de diagnóstico de EC, implementada en un formulario de Google. Desarrollada por la Escuela de Ingeniería (Tecnun) de la Universidad de Navarra (TECNUN, 2021).

### 1.7.5 Modelos, Estrategias, Políticas utilizadas en Economía Circular

La EC no es simplemente un parche que poner a los procesos productivos para ser menos dañinos, sino que va de aprovechar el crecimiento para impulsar cambios positivos. Este aprovechamiento pasa por la visualización de la estrategia circular de la empresa, la cual viene en gran medida determinada por el desarrollo y ejecución de etapas. Unas etapas, que si son exitosas pueden cristalizar en alguno de los nuevos modelos de negocios, subyacentes a la circularidad, entre los que podemos destacar:

**Suministros circulares:** modelo de negocio basado en el suministro de recursos totalmente renovables, reciclables o biodegradables para sistemas circulares de producción y consumo (Lobato, 2017).

Tiene como principio el uso de energías renovables o materiales reciclables en lugar de recursos no renovables. Ejemplo de ello es Ecovative Design, una compañía de biomateriales enfocada en el desarrollo de materiales innovadores a partir de procesos de crecimiento natural. LanzaTech, una empresa de Nueva Zelanda que utiliza microorganismos para convertir el monóxido de carbono (CO) en etanol y precursores de plásticos. Aquazone, compañía finlandesa que ha desarrollado un método para convertir las aguas residuales en fertilizante. El agua se puede usar para el riego o se puede reciclar más en el agua potable (Pérez, 2019).

**Recuperación de los recursos:** modelo de negocio basado en el valor intrínseco de los residuos, proponiendo un aprovechamiento de este valor en cascada, es decir, el valor de un producto al final de su ciclo de vida es recuperado para emplearlo en el siguiente ciclo (Lobato, 2017).

Tiene como principio la obtención de energía o recursos a partir de los residuos o del deshecho. Ejemplo de ello es Adidas, lanzó en 2016 su primera línea de zapatos producidos con material Parley Ocean Plastic™ obtenido reciclando los residuos plásticos que se encuentran en nuestros mares y océanos. Cada par utiliza un promedio de 11 botellas de plástico y recientemente Adidas anunciaba de que más de 1.000.000 de pares han sido vendidos. Recompute, empresa que pone a la venta ordenadores hechos con productos ecológicos, y materiales de cartón reciclado (Pérez, 2019).

**Prolongación de la vida útil del producto:** modelo de negocio basado en la ampliación del ciclo de vida de productos y activos (Lobato, 2017).

Tiene como principio actualizamos, reparamos y revendemos para que duren más los productos. Ejemplo de ello es Wallpop, nació como idea en junio de 2013 con la aspiración de hacer un mundo colaborativo y más sostenible, lanzando un mercadillo virtual. Hoy cuenta con más de 40 000 000 de usuarios y más de 100 000 000 de productos. iFixit, con su visión de reparar el mundo, cuenta con una plataforma con más de 50 000 guías para reparar cualquier dispositivo (Pérez, 2019).

**Uso compartido de plataformas:** modelo de negocio basado en el uso compartido de plataformas, lo que fomenta la colaboración entre los usuarios de productos, con el objetivo de maximizar los niveles de uso, ofreciendo beneficios a empresas cuyos productos y activos tienen un bajo nivel de uso o propiedad (Lobato, 2017).

Tiene como principio fomentar la colaboración entre usuarios para que compartan el uso de productos. Ejemplo de ello es Tutellus, plataforma colaborativa para aprender y enseñar en española través de videocursos gratuitos. Cuenta con más de 3 000 000 de usuarios en 160 países. Plan&Go, una aplicación que pone en contacto a gente con los mismos intereses y aficiones para que compartan planes y los gastos derivados de los mismos. Cuenta en España con más de 40 000 usuarios (Pérez, 2019).

**Producto como servicio:** modelo de negocio basado en el uso de los productos según un contrato de alquiler o de pago por uso (Lobato, 2017).

Tiene como principio que los clientes bajo este modelo “alquilan” el producto, lo usan y lo devuelven. Ejemplo de ello es Drivy, permite alquilar tu vehículo cuando no lo estás utilizando, se ha convertido en el servicio de autos compartidos más grande de Europa. ParkFy, una plataforma conecta propietarios de plazas de garaje particulares con

conductores en necesidad de aparcamiento. Presente en 5 ciudades españolas y con más de 5 000 operaciones realizadas (Pérez, 2019).

**Figura 1.6.**

*Tipologías de los modelos de implementación de la EC.*



Nota: (Constanza, 2021).

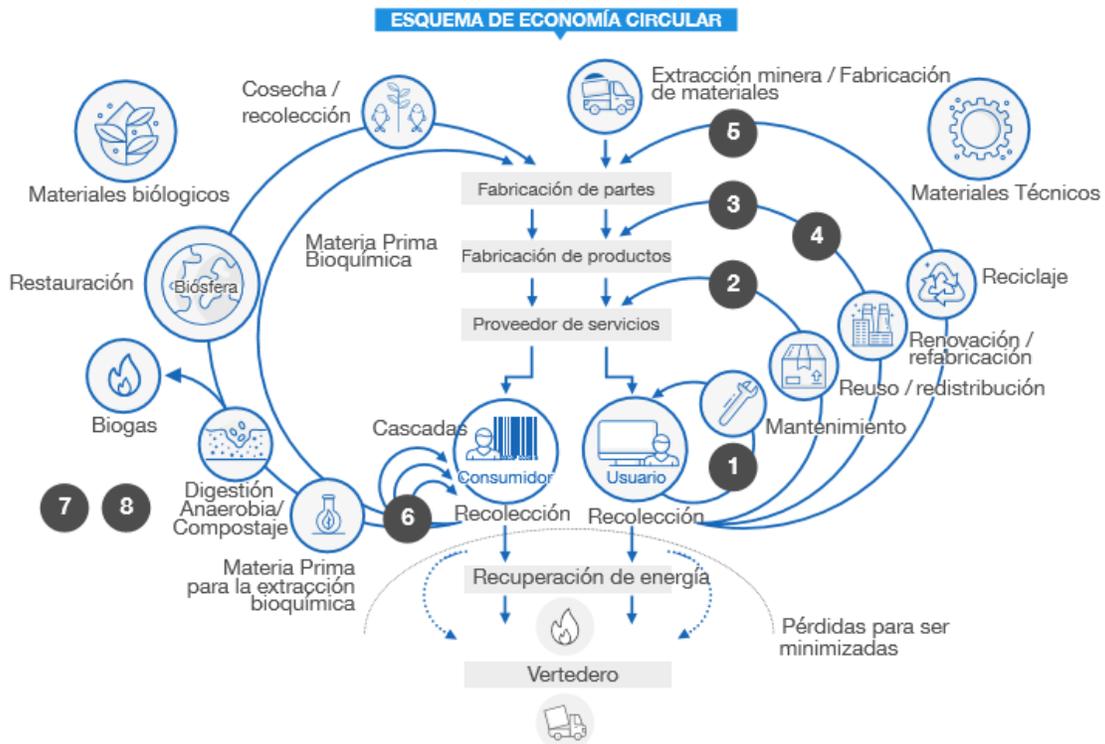
## **Estrategias**

La EC es una estrategia innovadora de diseño, producción y creación de valor que beneficia a las empresas, la sociedad y el medio ambiente, reemplazando el esquema clásico de producción de la “economía lineal”. En la “economía lineal” se extraen recursos, se producen bienes, se consumen y al final se desechan. La EC busca optimizar el uso de insumos, incrementar la vida útil de los productos y al final; por medio de la recirculación de materiales, no desperdiciar nada y reutilizar todo. Con esto las empresas mitigan sus impactos ambientales, optimizan sus costos, generan nuevos ingresos e incrementan su rentabilidad.

Las estrategias propuestas por la EC van más allá del reciclaje. Estas estrategias se definen en el diagrama mariposa Figura 1.7 popularizado por la (Ellen MacArthur Foundation, 2015).

**Figura 1.7.**

## Diagrama de mariposa.



Nota: (Ellen MacArthur Foundation, 2015).

### Estrategias para materiales sintéticos (técnicos):

- 1. Mantener:** un producto se mantiene en buen estado con el mismo usuario.
- 2. Reutilizar y redistribuir:** reintroducir un producto para el mismo propósito inicial, con mínimo mantenimiento y limpieza.
- 3. Reacondicionar:** retornar un producto en buenas condiciones reemplazando principales componentes que pueden fallar y realizando cambios para mejorar la apariencia.
- 4. Refabricar:** se toman las partes funcionales de un producto que ha fallado para fabricar un producto nuevo de alta calidad y con posibles mejoras y cambios en sus componentes.
- 5. Reciclar:** recuperación de materiales para el propósito original o para otros propósitos, estos materiales se reintegran al proceso de producción como materias primas.

### **Estrategias para materiales naturales (biológicos):**

- 1. Extracción de materia prima bioquímica:** procesos de conversión de biomasa para producir productos químicos de alto valor o utilizados como combustibles.
- 2. Digestión anaeróbica:** descomposición de material orgánico (por ejemplo, residuos de alimentos) con microorganismos para producir biogás utilizado como fuente de energía.
- 3. Compostaje:** descomposición de material orgánico (por ejemplo, residuos de alimentos) para producir abono el cual sirve como nutriente para el suelo y para la agricultura (Adondado, 2019).

### **Políticas**

Por el momento sí que contamos a nivel Nacional con dos aportes normativos profundamente ligados a la EC, como son el Plan de Prevención de Residuos y el Programa de Mejora del Aprendizaje y Rendimiento (PEMAR).

De obligado cumplimiento por la Directiva 2008/98/CE Marco de Residuos, el 13 de diciembre de 2013 se aprobó por Acuerdo del Consejo de Ministros el Programa Estatal de Prevención de Residuos 2014 - 2020. En el mismo se entiende la prevención como la forma más eficaz de evitar los impactos ambientales propios de la generación y gestión de residuos. Este programa se estructura de acuerdo a cuatro líneas estratégicas de cara a alcanzar el objetivo de reducción de los residuos generados en 2020 en un 10 % respecto del peso de los residuos generados en 2010. Estas 4 líneas estratégicas son:

1. Reducción de la cantidad de residuos.
2. Reutilización y alargamiento de la vida útil de los productos.
3. Reducción del contenido de sustancias nocivas en materiales y productos.
4. Reducción de los impactos adversos sobre la salud humana y el medio ambiente, de los residuos generados.

El otro gran aporte normativo, lo encontramos en la Figura 1.8 del Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos 2016-2022 (PEMAR), aprobado el 6 de noviembre de 2015 y que entiende la gestión de residuos desde sus tres perspectivas:

- **Ambiental:** se considera a los residuos y sus procesos asociados como focos de contaminación, por lo que su minimización es una fuente potencial de mejoras ambientales.
- **Económica:** recuperar las materias primas contenidas en los residuos, permite una reducción de costes y mejora de la rentabilidad productiva.
- **Social:** el empleo verde y las mejoras en las condiciones de salud son consecuencias directas que recaen sobre la sociedad.

**Figura 1.8.**

*Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos 20162022 (PEMAR).*



**Nota:** (García, 2016) (Sacyr, 2021).

Pese a aprobarse con anterioridad, el PEMAR parece estar en profunda consonancia con las normativas europeas de EC (Lobato, 2017).

El Consejo de Administración de Sacyr, S.A. (Sacyr), en el marco de su competencia general e indelegable de determinar las políticas y estrategias generales de la sociedad, y previa revisión y propuesta por parte de la Comisión competente, ha aprobado la presente Política de EC.

El objetivo de esta política está dirigida a todos los grupos de interés, es definir y establecer los principios y criterios que rigen las actuaciones respecto a la EC.

Esta Política de EC fue aprobada por el Consejo de Administración de Sacyr el día 20 de diciembre de 2021 (Sacyr, 2021).

Las políticas ambientales de ACCIONA tienen como objetivo desarrollar su compromiso con el impulso de cambios en los procesos de la compañía que promuevan la huella positiva de sus actividades en el planeta.

La política de EC establece un marco de actuación tendente a la regeneración de los entornos, creando balances energéticos renovables positivos a través de la eliminación de materiales vírgenes y la aspiración de la circularidad completa de los materiales que se incorporan a los procesos (Acciona, 2018).

### **1.8 Conclusiones parciales**

1.- El desarrollo sostenible (DS) es un término que ha ido evolucionando en el tiempo, busca un desarrollo económico, sin comprometer las capacidades futuras, viable desde lo social, que exige una articulación entre lo nacional, territorial y local, y se alcanza cuando se mantiene a lo largo del tiempo.

2.- La Gestión energética local, es de vital importancia para administrar y controlar los consumos energéticos de los municipios, el tratamiento del agua y los residuos sólidos urbanos, encaminado a la mejora de la gestión pública local.

3.- La economía circular, como paradigma busca el desarrollo sostenible, proponiendo diferentes estrategias, y herramientas como la GEL, para la cadena de producción y el uso de los productos, recursos energéticos y servicios.

## **CAPÍTULO II Diagnostico los Consejos Populares Centro Histórico y Punta Gorda**

### **2.1. Introducción**

En este capítulo se realiza una caracterización del municipio de Cienfuegos, en cuanto a ubicación, población, extensión; el diagnóstico energético del municipio además de una caracterización socioeconómica de los Consejos Populares de Centro Histórico Urbano y Punta Gorda, y del consumo energético, se hace además un análisis de los Residuos Sólidos Urbanos del municipio.

## 2.2 Caracterización del municipio de Cienfuegos

La Ciudad de Cienfuegos es el asentamiento principal del municipio de Cienfuegos, de significativos valores arquitectónicos, urbanos y ambientales en eterno dialogo con el mar, caso excepcional dentro del urbanismo cubano del siglo XIX. Su Centro Histórico Urbano, que comprende 70 Ha fue declarado por Decisión 29 COM 8B.53. del 15 de julio de 2005 por la Organización de Naciones Unidas para la Educación y la Cultura (UNESCO) Patrimonio Cultural de la Humanidad. En el municipio se tienen Monumentos Nacionales como son: el Museo Naval Cayo Loco, el Cementerio Tomás Acea, el Cementerio de Reina y la zona de La Punta en el barrio Punta Gorda y otros monumentos locales como el Jardín Botánico, el asentamiento Pepito Tey, las ruinas del Ingenio Carolina y la Fortaleza de Nuestra Señora de los Ángeles de Jagua según la Oficina Nacional de Estadística e Información (ONEI, 2021).

La extensión superficial del municipio Cienfuegos es de 356,3 km, con una población residente de 177 617 habitantes y una densidad de población de 499,4 hab/ km<sup>2</sup>, este municipio se encuentra situado en el centro sur de la provincia a los 220 7'y 30" de latitud norte y 180 18'de longitud oeste sobre la península de Majagua, limita al norte con los municipios de Palmira y Rodas, por el sur con el Mar Caribe, hacia el este con el municipio de Cumanayagua y por el oeste con Abreus (ONEI, 2021).

La estructura económica del municipio descansa en un total 121 entidades, de ellas 58 Empresas estatales, 50 Unidades Presupuestadas, una Sociedad Mercantil y 12 Cooperativas. El servicio de agua a la población cabecera es a través de Acueducto. Los asentamientos están servidos por cisterna y pequeños sistemas de redes de Acueducto (ONEI, 2021).

El municipio de Cienfuegos posee un clima tropical, estacionalmente húmedo, con influencia marítima y rasgos de semicontinentalidad, modifican de forma significativa el clima la existencia de la costa y el relieve de la porción sudeste del área. La temperatura media es de 24.6oC, el mes de enero es el más frío con una temperatura media de 21.2 oC. En cuanto a precipitaciones el mes más lluvioso es junio con un acumulado medio histórico de 261 mm y el mes más seco es diciembre con solo 25 mm de acumulado. En el municipio no nace ningún río de importancia, sin embargo 4 ríos como el Damují, Caonao, Arimao y Salado atraviesan o recorren parte del territorio y desembocan en la bahía (ONEI, 2021).

Las características físicas geográficas municipales propician la vulnerabilidad del territorio ante la ocurrencia de fenómenos como las inundaciones por intensas lluvias, las penetraciones marinas y las afectaciones por fuertes vientos, dado por los ríos y arroyos y en el caso de la ciudad se incrementan las inundaciones por los problemas de drenajes generados por la urbanización (Guerrero, 2023).

Las penetraciones marinas ponen en peligro a las costas bajas y acumulativas, manifestándose de manera diferente en el interior y exterior de la bahía. La exposición a los fuertes vientos se hace mayor en las áreas de llanuras al no contar con barreras naturales que las protejan frente a este peligro (ONEI, 2021).

El municipio de Cienfuegos cuenta con 19 Consejos Populares (CP) de ellos 11 urbanos y 8 mixtos que responden a las necesidades gubernamentales y político – administrativas y son utilizados como base para el control territorial. Estos Consejos Populares son: Reina, Centro Histórico, Pastorita, Junco Sur, La Juanita, Juanita II, Pueblo Griffó, Caunao, La Gloria, Tulipán, La Barrera, Buenavista, San Lázaro, Paraíso, Rancho Luna, Punta Gorda, Guaos, Castillo CEN y Pepito Tey (Correa, 2021).

La población residente del municipio de Cienfuegos hasta el cierre de 2021 es de 178 842 habitantes y la densidad de población es de 502.9 hab/Km<sup>2</sup>, área superficie es de 356.3 Km<sup>2</sup>, el área de tierra firme 355.6 Km<sup>2</sup> y cayos adyacentes 0,7 Km<sup>2</sup> (ONEI, 2022).

## **2.2. Diagnóstico energético en el municipio de Cienfuegos**

Para el diagnóstico energético en el municipio de Cienfuegos se utiliza la metodología propuesta por (Correa, 2021) y la información reflejada en el anuario estadístico del municipio de Cienfuegos edición 2022. Estos datos que se brinda tienen como fuente, el Sistema de Información Estadístico Nacional, el Sistema de Información Estadística Complementaria, los mismos tienen como base la contabilidad y registros primarios de las empresas, unidades presupuestadas, unidades básicas, cooperativas, formas de gestión no estatal y la población.

### **Figura 2.1**

*Distribución de los Consejos Populares del municipio de Cienfuegos.*



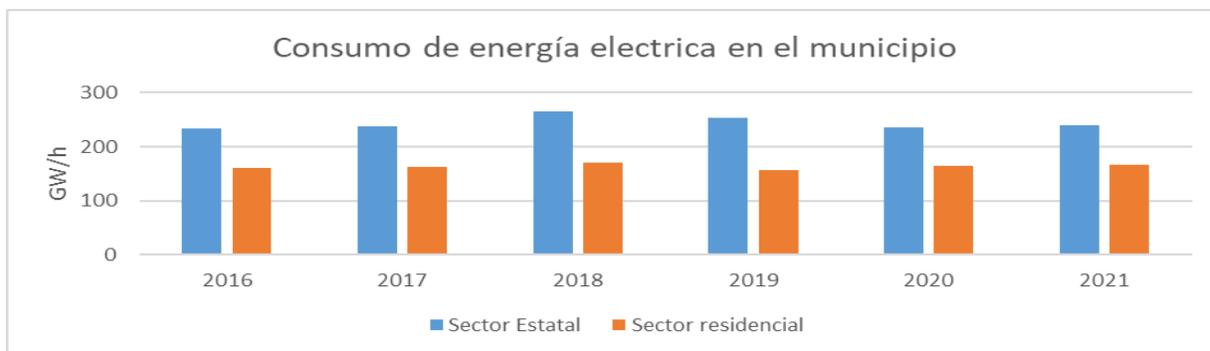
Nota: Tomado del Instituto Nacional de Ordenamiento Territorial y Urbanismo Municipio Cienfuegos.

El consumo de la energía eléctrica en el sector estatal en el período del 2016 al 2021 presenta una tendencia al incremento, evidenciándose una disminución en el último año, dado por las políticas trazadas por el país para el control de los portadores energéticos, donde ONURE juega un papel protagónico, así como debido a indicaciones restrictivas sobre el consumo en periodos de contingencia energética, por su parte el sector residencial en el año 2021 se incrementa en 5 GW/h<sup>1</sup>, este sector está compuesto por 56 946 viviendas, siendo el Consejo Popular Centro histórico el de mayor consumo y Guaos el de menor consumo eléctrico (Correa, 2021).

El consumo promedio mensual se comporta en el año 2021 en 381 Kw.h/cliente, de este promedio corresponde 236,7 Kw.h/ cliente al sector residencial, lo que representa el 62 por ciento del consumo total, encontrándose electrificada el 100 por ciento de las viviendas existentes en el municipio de Cienfuegos (Correa, 2021).

## Figura 2.2

*Consumo de energía eléctrica en el municipio de Cienfuegos.*



Nota: Tomado de (Guerrero, 2023).

El consumo de diésel del municipio de Cienfuegos disminuye en el año 2020 con respecto a periodos anteriores en 6 851.9 toneladas, esto no significa un ahorro, pues he debido a las limitaciones del país para la adquisición de este combustible en el mercado internacional.

**Tabla 2.1**

*Consumo Promedio Mensual Kw.h/ cliente en el municipio de Cienfuegos*

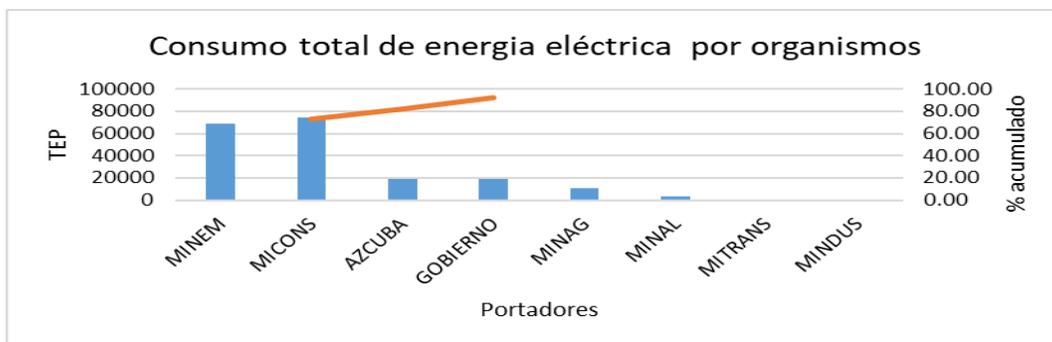
Concepto	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Consumo Promedio	302,9	308,8	307,6	364,3	391,8	381,3
Residencial	210,3	215,7	271,4	266,7	262,1	236,7
Nivel de electrificación %	100	100	100	100	100	100

Nota: Tomado de (Correa, 2021).

En el sector estatal se señalan 8 organismos como altos consumidores de energía, los que se encuentran compuestos por 136 entidades, siendo el consumo promedio mensual de energía eléctrica mayor de 3 MWh, clasificándose como entidades grandes consumidoras (consumo promedio mensual mayor o igual 30 MWh) 43 organizaciones concentrándose el 80,22 % (13 329 MWh/mes) en empresas pertenecientes al Ministerio de la Construcción (MICONS) y Ministerio de Energía y Minas (MINEM); siendo las empresas mayores consumidoras en el municipio: (1) Cementos Cienfuegos S.A (MICONS), (2) Refinería de Cienfuegos (MINEM).

**Figura 2.3**

*Consumo total de energía eléctrica por organismos.*



Nota: Tomado de (Correa, 2021)

El consumo del petróleo y sus derivados en el período 2016 al 2020, disminuye en este último año debido a las limitaciones que ha presentado el país en la adquisición del combustible a nivel internacional, lo cual ha traído consigo bajos niveles bajo de consumo en los derivados fundamentalmente en los productos de nafta industrial y solvente, así como el queroseno.

**Tabla 2.2**

*Análisis del consumo del petróleo y sus derivados*

Petróleo y derivados	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Aceite y Grasas Lubricantes	1720,6	1545,9	1358,0	1532,5	1288,7	1162,8
Diesel	24204,9	23511,5	24685,6	26953,9	19661,7	17358,0
Fuel oil	2588,6	2286,2	2084,4	2281,4	2350,6	3059,8
Gas Licuado	578,6	512,7	496,0	469,0	633,7	468,1
Gasolina motor	3025,5	2406,7	2503,9	2070,1	1672,9	1181,6
Nafta Industrial y solvente	8,5	9,1	7,5	0,1	13,4	7,4
Queroseno	0,6	0,6	0,8	0,7	0,6	0,8

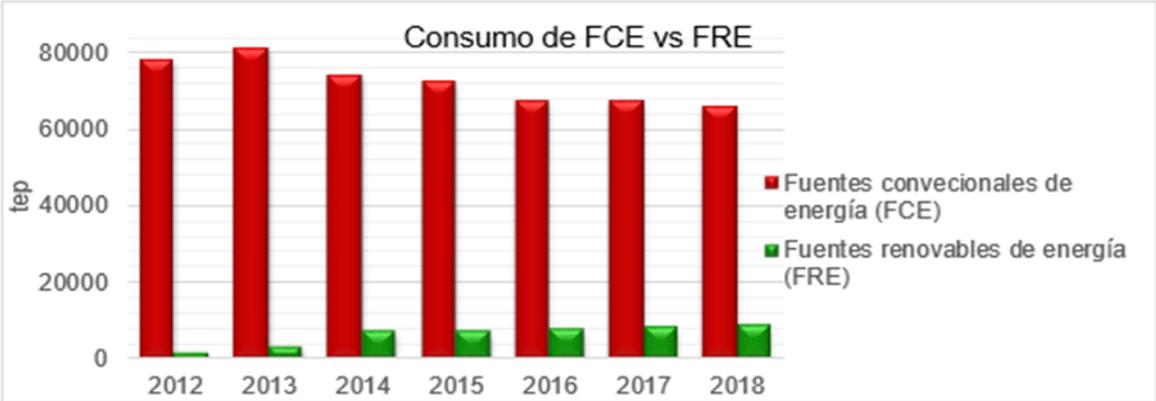
Nota: Tomada de (Correa, 2021)

(Correa, 2021), realiza un análisis de la matriz energética del municipio de Cienfuegos correspondiente al periodo 2012 – 2018, arrojando como resultado la dependencia de las fuentes convencionales de la energía, aunque se evidencia en dicho período analizado un crecimiento de las fuentes renovables de energía (FRE) aproximadamente de un 2 % a un

11 %, cuestión que es insuficiente pues es necesaria la energía limpia y garantizar el acceso a la energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos como se define en el ODS 7, apreciándose en el municipio de Cienfuegos que existen potencialidades de explotación de biomasa la cual debe ser conciliada con Cuba Solar y AZCUBA y la energía solar térmica con Copextel en cuanto el desarrollo de proyectos para la FRE y ventas de calentadores solares que se realice en el sector residencial del municipio, con el crecimiento paulatino de la presencia de FRE en el municipio de Cienfuegos es posible proyectar el desarrollo de las mismas hacia el 2030; los posibles valores de aporte energético por este concepto hacia el 2030 se realizan teniendo en cuenta las potencialidades energéticas locales determinadas en el diagnóstico energético, la meta radica en la incorporación en un 24% el empleo de las fuentes renovables de energía en el conjunto del Sistema Energético Nacional en el país, buscando disminuir la alta dependencia de los combustibles fósiles y elevar la sostenibilidad económica y ambiental.

**Figura 2.4**

*Consumo de Fuentes convencionales energía & Fuentes renovables de energía*

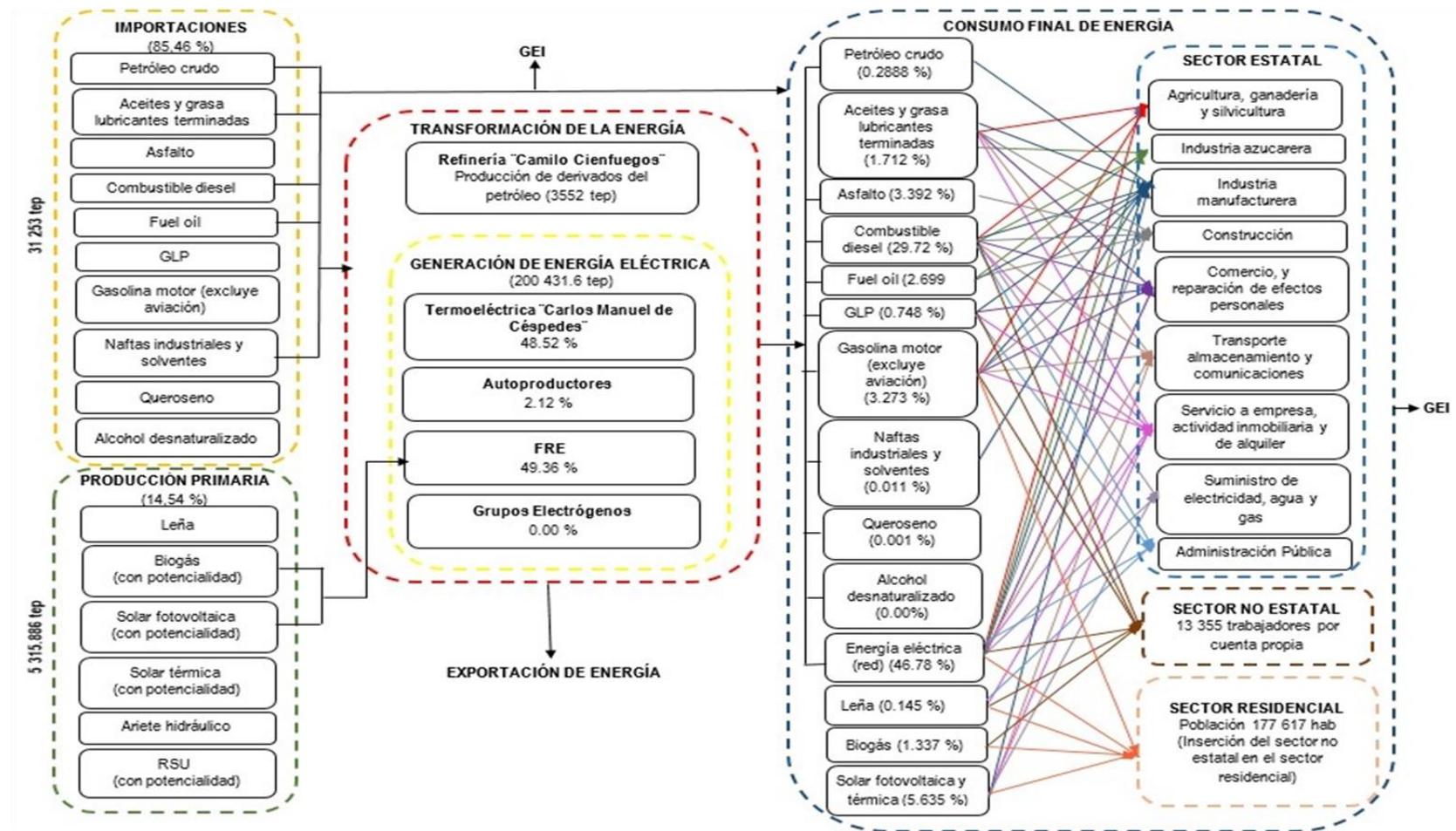


Nota: Tomado de (Correa, 2021)

(Correa, 2021), realiza un análisis del balance energético del municipio de Cienfuegos, incorporando las potencialidades energéticas locales (figura 2.5), siendo estas:

Figura 2.5

Balance energético del municipio Cienfuegos.



Nota: Tomado de (Correa, 2021)

- ✓ Leña: 117,60 tep: este valor es el mantenido en el periodo 2012-2018, su crecimiento depende de estudios de potencialidad que realice la Empresa Forestal de Cienfuegos.
- ✓ Biogás: 5 457,94 tep: la proyección se realiza al aplicar la Metodología evaluativa para el cálculo de energía eléctrica a partir de las excretas de ganado porcino, propuesta por Martínez (2015); a la información referente a cabezas de ganado porcino y los biodigestores existentes en el sector privado.
- ✓ Solar fotovoltaica: 4 214,90 tep: la potencialidad se basa en la capacidad de generación instalada en el PSFV "Cantarrana" (4 208,90 tep), las proyecciones de la Empresa Eléctrica de Cienfuegos de emplazamiento de nuevos PSFV y el uso de paneles fotovoltaicos en el sector residencial, con la aplicación de la Metodología para el diseño de edificios fotovoltaicos conectados a la red (González, 2016).

El balance energético del municipio de Cienfuegos muestra como resultado que la transformación de energía en la Refinería de Petróleo Camilo Cienfuegos es de 3552 tep; la generación de la energía en dicho periodo es de 200 431.6 tep, representando el 48,52% la Termoeléctrica Carlos Manuel de Céspedes, las FRE el 49 por ciento y los auto productores el 2,12 %.

Las importaciones representan el 85.45 %, dentro de los productos destacan: petróleo crudo, aceite y grasas lubricantes terminados, asfalto, combustible diésel, fuel oíl, gas licuado, gasolina motor, naftas industriales y solventes, queroseno y alcohol desnaturalizado; siendo aún insuficiente la producción primaria que se comporta en un 14.5% encontrándose los productos: leña, biogás con potencialidad, solar fotovoltaico, aceite hidráulico, aceite hidráulico y residuos sólidos urbanos con potencialidad.

El consumo final de la energía en el municipio de Cienfuegos está dirigido hacia el sector estatal, no estatal y el residencial, siendo el de mayor representatividad la energía eléctrica con el 46,78%.

### **2.3 Caracterización del Consejo Popular Centro Histórico**

El Centro Histórico de esta ciudad fue declarado Monumento Nacional en 1995, por Resolución N.122, de la Comisión Nacional de Monumentos, siendo la única ciudad cubana fundada en el siglo XIX, que ostenta esta categoría (Ramírez, 2022).

Aprobada por Decisión 29 COM 8B.53 del 15 julio de 2005 Patrimonio Cultural de la Humanidad, la Declaratoria recoge categóricamente: "Cienfuegos es el primer y excepcional ejemplo de un conjunto arquitectónico representativo de las nuevas ideas de la modernidad,

higiene y orden en el planeamiento urbano desarrollado en América Latina en el siglo XIX”. Cuenta con la presencia de espacios públicos, como la antigua Plaza de Armas (actual Parque José Martí), núcleo fundacional de la ciudad, y el Paseo del Prado, columna vertebral del conjunto, espacios cualificados por su mobiliario urbano y sus áreas verdes. El Centro Histórico Urbano de Cienfuegos, posee distintas topologías que han conformado este núcleo, cuya compactación constructiva y estilística lo hacen destacable del resto de la ciudad. Gracias a la definición de sus parámetros físicos, se delimita un área en la que históricamente ha palpitado el trabajo político, económico y social, ejemplo excepcional del urbanismo cubano del siglo XIX (Ramírez, 2022).

Abarca una superficie de 90 hectáreas y 91 manzanas. Está definido por los siguientes ejes viales: al Norte con la calle Castillo, o avenida 62, al Sur con la calle La Mar o avenida 46, hasta avenida 40, al Este con la calle Cristina o 39, por el Oeste con el paseo de Arango o calle 19 donde se entrelazan el patrón neoclásico del siglo XIX con el código ecléctico del XX. Ciudad a partir de los postulados galos, que se reflejan en la estructura de retícula ortogonal regular de su trazado urbano, en forma de tablero de ajedrez, las calles rectas y amplias con líneas de fachada corrida, plazas, plazuelas y paseos arbolados rodeados de portales con grandes bloques urbanos (Ramírez, 2022).

Cuenta con dimensiones de monumentales espacios públicos y edificaciones neoclásicas y eclécticas. En él se refleja el valor arquitectónico que se subordina al conjunto, para trascender como una ciudad homogénea, constructiva y estilística, donde se rompe la trilogía colonial de Plaza, Iglesia y Cabildo con la inserción de los nuevos programas socioculturales del siglo XIX (Ramírez, 2022).

Sus edificaciones se distinguen e integran a la armonía constructiva y ambiental del centro. Los elementos históricos-constructivos que reúne este importante espacio de la ciudad hacen que trascienda a escala regional, por la riqueza ambiental que conserva y erige como un paradigma del urbanismo del siglo XIX cubano (Ramírez, 2022). En libro Monumentos Nacionales de la República de Cuba (2015) se recogen los criterios que declaran al Centro Histórico de Cienfuegos Patrimonio Cultural de la Humanidad:

Criterio II:

El Centro Histórico de Cienfuegos muestra un importante intercambio de influencias basadas en la ilustración española, y es un ejemplo excepcional y adelantado de su implementación en el planeamiento urbano en la América Latina del siglo XIX.

#### Criterio IV:

Cienfuegos es el primer y excepcional ejemplo de un conjunto arquitectónico representativo de las nuevas ideas de modernidad, higiene y orden, en el planteamiento urbano desarrollado en América Latina en el siglo XIX (Ramírez, 2022).

La coherencia que caracteriza al Centro Histórico de Cienfuegos responde al hecho de que, en cada una de las diferentes etapas constructivas, la obra arquitectónica individual surgió subordinada al conjunto. Lo distingue de la urbanística cubana y caribeña del siglo XIX, el elegante y perfecto trazado neoclásico, en forma de tablero de ajedrez, que se extiende por las dimensiones monumentales de sus espacios públicos y edificaciones neoclásicas y eclécticas. Cienfuegos es un auténtico exponente de las ideas y tendencias más avanzadas de su tiempo en las esferas socioeconómica, tecnológica y cultural. El Centro Histórico Urbano mantiene su vitalidad como eje de la ciudad actual; conserva la autenticidad e integridad de su cuadrícula urbana, estructura espacial, composición formal, materiales, funciones principales, ambiente natural y tradiciones culturales, como testimonio de las leyes urbanas concebidas desde su fundación (Sánchez, 2022).

El Centro Histórico de Cienfuegos está protegido legalmente por la Resolución No.122 de la Comisión Nacional de Monumentos, que en 1995 lo declaró Monumento Nacional. Las acciones de inventario, conservación y planes de restauración del conjunto son dirigidas por la Oficina de Monumentos de Cienfuegos. El estado de conservación del conjunto es bueno (Ramírez, 2022).

Significativo resulta para el estudio, el hecho que desde el punto de vista físico el Centro Histórico Urbano tiene una delimitación única, no posee zona de Amortiguación. Por tanto, alcanza una centralidad específica con respecto a sus empleos y funciones donde se concentra la mayor cantidad de actores sociales y articulantes que influyen en el desarrollo de la localidad donde se encuentran las edificaciones domésticas a desarrollar en el circuito y determinan el mismo (Sánchez, 2022).

Dentro de sus valores patrimoniales a destacar se encuentran: la antigüedad de sus edificios, la singularidad de su trama urbana, el carácter extraordinario de su arquitectura, su riqueza artística, los valores paisajísticos, sus espacios públicos, la conservación y autenticidad de su arquitectura, el patrimonio intangible y sus tradiciones. De este ámbito en el desarrollo de las cotidianidades locales, el Centro Histórico Urbano tiene zonas y espacios públicos con excepcionales condiciones paisajísticas, sociales, culturales y ambientales para la estancia y

las visuales que influyen considerablemente en las imágenes y estructuras comunicativas (Ramírez, 2022).

El rescate de la zona de alto valor esta insertada a la línea trazada por el país como elemento básico en la reafirmación de la identidad nacional. La política de restauración del Centro Histórico Urbano trasciende el plano cultural para insertarse en el social, político y económico. Necesariamente su estrategia de rehabilitación determina un diálogo con las demás áreas y funciones que la forman (Ramírez, 2022).

La intervención en esta área responde a un proyecto con una función cultural y con razones objetivas, como recuperar y mantener el fondo construido que forma parte inseparable de esa imagen urbana a la que hay que preservar e integrar. En esta área existe un marco físico natural junto al construido, que define el gran contenedor de su población residente o visitante, sus habitantes y la actividad del centro socio- político- cultural que irradia su accionar hacia el resto de la ciudad (Sánchez, 2022).

Por su importancia se hace necesario compatibilizar armónicamente la inserción de la vida actual a ese inmenso fondo construido que condiciona la propia vida del hombre que lo habita. Importantes expertos y especialistas de patrimonio la consideran de alta representación patrimonial en todos sus componentes. Poseen funciones las cuales identifican la ciudad moderna, aún mantiene rejas típicas de varios períodos históricos urbanísticos, requieren de una identificación como expresión patrimonial, son ejes principales que expresan actividades económicas de diversas épocas de desarrollo en la ciudad, las funciones públicas, su capacidad para poder identificar y registrar, por sus características culturales técnicas, funcionales y estéticas.

#### **2.4 Caracterización del Consejo Popular Punta Gorda**

La Punta, nombrado oficialmente Punta Gorda, es una antigua zona residencial situada en el extremo sur de la ciudad de Cienfuegos. Posee una extensión superficial de 2,2 km<sup>2</sup> con 7820 habitantes. Limita al norte con los consejos populares Centro Histórico y La Gloria al sur con el litoral marítimo, al este con el consejo popular Junco Sur y al oeste con Centro Histórico y el litoral. Cuenta con 9 circunscripciones y CDR (comités de defensa de la Revolución). El consejo popular es completamente urbano. Conocido desde el siglo XIX como Punta Gorda, Debido a la forma física de este barrio, posee un acceso vial único. Se caracteriza y destaca por la tipología formal de las edificaciones, con amplia influencia de la arquitectura en madera del Caribe y norteamericana (Armas, 2022).

El barrio de Punta Gorda fue fundado alrededor del siglo XIX, en terrenos pertenecientes al millonario habanero Agustín Santa Cruz y de Castilla (1785-1841) benefactor de la colonia Fernandina de Jagua. Al norte, una pequeña porción del consejo popular se incluye en el territorio declarado Patrimonio Cultural de la Humanidad (con un área de 70 hectáreas) y otra porción, que corre de norte a sur, se incluye dentro del territorio declarado Zona de Protección (con un área de 105 hectáreas). Además de las setenta manzanas originarias, toda el área que se extiende por todo el Paseo del Prado hasta la Pérgola que custodia la conocida Punta, de un total de 105 hectáreas, fue declarada Zona de Protección (Denis, 2022).

El vínculo de la ciudad con el mar es un elemento identitario de Cienfuegos. Lo que realmente ha hecho trascender a la Perla del Sur es esa imagen marinera, ese abrazo de la ciudad y su entorno con el mar. Por lo tanto, no solo se declara el Centro Histórico con sus 70 manzanas, sino también toda el área que la rodea, y que se alarga para conectarse con la zona de La Punta, catalogada como Monumento Nacional. Toda el área del Malecón de Cienfuegos, en Punta Gorda, el Club Cienfuegos, el Palacio de Valle, son aspectos que identifican a la ciudad de Cienfuegos, algún daño en este perímetro dañaría la imagen de la Perla del Sur, a nivel nacional e internacional. De ahí su inclusión como zona de protección. Está regulada y protegida por la declaratoria de Patrimonio Cultural de la Humanidad (Armas, 2022).

El barrio de Punta Gorda, ese fragmento acogedor de la provincia de Cienfuegos está nuevamente en el calendario deportivo; representa el centro de atracción de la actividad a desarrollar como subsede de los Juegos Centroamericanos y del Caribe y sede de remos. Este barrio apenas mide 23 cuerdas, a contar de la acera sur de la avenida 40, donde nace el brazo de tierra casi despoblada allá por los años 30. Su edificación sólo la constituían entonces unos 4 chalets, entre los que hoy es Hotel Casa Azul, la fastuosa residencia aledaña al CSD Julio Antonio Mella (antiguo Club de Cazadores) y la Casa de Punta Gorda (Denis, 2022).

El tramo, marítimo a modo de pista acuática, comprende desde frente a Costa Sur (antes Pan América) a la meta ubicada en el Círculo Juvenil Rubén Martínez Villena, incluye todo el malecón. Las obras de remozamiento que embellecen más aún la zona y las instalaciones sirven de disfrute permanente de los actuales residentes de la Perla de Sur. En contraste con los grandes campamentos de la Revolución, ha puesto al servicio de los escolares en el año 5 de septiembre una sociedad denominada Ateneo de Cienfuegos, estableció unos baños donde termina el malecón. El empeño se frustró por la misma razón: la incuria oficial, el desgobierno imperante (Rodríguez S. , 2016).

El Paseo del Prado fue fundado en el año 1930 por Avellaneda, la calle más importante que corta la ciudad y se extiende hacia el sur hasta el final de la península, Punta Gorda, y hacia el norte a través de la Bahía de Cienfuegos, brindando excelentes vistas especialmente al atardecer, con la caída del Sol, cuando la bahía toma una apariencia tranquila y melancólica (Armas, 2022).

Aquí se destacan el heroico Chalet de Valle y el Hotel Jagua, en el plan de remodelación y pensar que existió una época del 30 al 40 en que la populosa barriada estaba incomunicada del resto de la ciudad a excepción del malecón o avenida de Punta Gorda. Fue cuando desaparecía el tranvía que penetraba en aquellos lares, a través de la calle Cuartel (hoy 43). La calle Cid (hoy calle 45), fue la primera vía en abrirse y unir a la población con Marsillán (Denis, 2022).

Punta Gorda él es su nombre oficial, los Indios la llamaban Tureira (cerca del cielo). Por último, como expresión única industrial en la zona existieron una panadería, nombrada El Castillo y una cooperativa de pesca, cuyos beneficios, si los tuvo; jamás se conocieron. Tal es una semblanza de una villa moderna, que hoy se beneficia ampliamente con los logros de la Revolución (Rodríguez S. , 2016).

Este Consejo Popular cuenta con un total aproximado de 13 383 habitantes, de ellos 6 857 son del sexo femenino, siendo mayoría y representando el 51% de la población, mientras que el sexo masculino representa el 49% con 6 526, lo anterior se describe de manera resumida en la Figura 2.6.

**Figura 2.6**

*Población por sexo en el Consejo Popular de Punta Gorda*



Nota: Tomada de (Rodríguez S. , 2016).

Punta Gorda se desarrolló a partir de la década del 50 y constituyó una de las zonas de asentamiento de la mediana y alta burguesía. Está caracterizada por viviendas en buen estado, construidas de forma aislada sobre amplias parcelas con espacios de portal y jardín. Presenta bajas densidades. Predominan alturas de 1 y 2 plantas con sólo algunas edificaciones dispersas de mayor altura entre las que se destacan: el Palacio de Valle y el Hotel Jagua. El área de Punta Gorda forma parte de la zona turístico-recreativa de la ciudad por lo que existe en ella gran número de instalaciones de servicio al turismo que favorecen su imagen urbana. En esta zona es poco significativa la construcción de nuevas viviendas, pues sus potencialidades en áreas libres se reservan para el desarrollo turístico. Las acciones más comunes han sido las divisiones de viviendas y ampliaciones por lo que el fondo habitacional del CP cuenta con un total de 2767 viviendas de estas el 83.7% se encuentran en buen estado como se muestra en la Tabla 2.2.

**Tabla 2.2**

*Fondo Habitacional del Consejo Popular de Punta Gorda*

Consejo Popular	Total	Buenas	%	Regulares	%	Malas	%
Punta Gorda	2767	2317	83.7	169	6.1%	281	10.2%

Nota: Tomada de (Rodríguez S. , 2016).

Punta Gorda tiene un total de 39 instituciones y organizaciones relevantes, centradas en instalaciones hoteleras, centros recreativos, gastronómicos, restaurantes, oficinas, fábricas, panaderías y tiendas recaudadoras de divisa.

Además, el Consejo Popular Punta Gorda cuenta con un total de 11 bodegas, 6 placitas, 7 centros educacionales y 20 instalaciones deportivas.

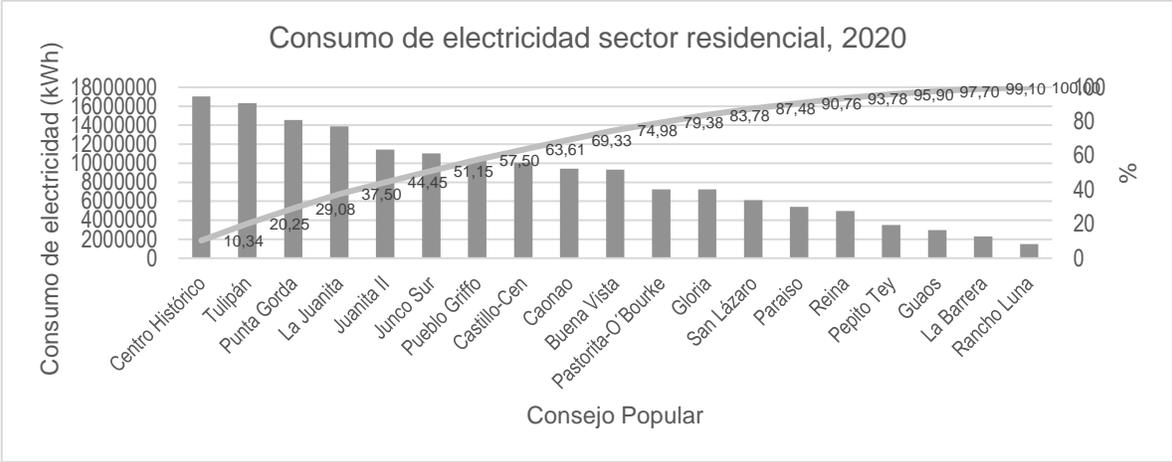
## **2.5 Diagnóstico energético de los Consejos populares Centro Histórico y Punta Gorda**

A partir de datos del 2007-2020; el análisis realizado determina que en todos los Consejos Populares (CP) del municipio de Cienfuegos el mes de febrero constituye el de menor consumo de energía eléctrica coincidiendo en el mes más frío del año en el municipio y el mes de julio, el de mayor consumo en el año cuando inicia el verano en el país. La figura 2.7 muestra el

comportamiento del consumo de energía eléctrica por CP en el año 2020 comportamiento similar al periodo de análisis 2007-2020 en el que se evidencia que los CP de mayor consumo de energía eléctrica son Centro Histórico, Tulipán, Punta Gorda y La Juanita y los de menor consumo Rancho Luna, La Barrera y Guaos.

**Figura 2.7**

*Diagrama Pareto sobre el consumo en los CP de Cienfuegos.*

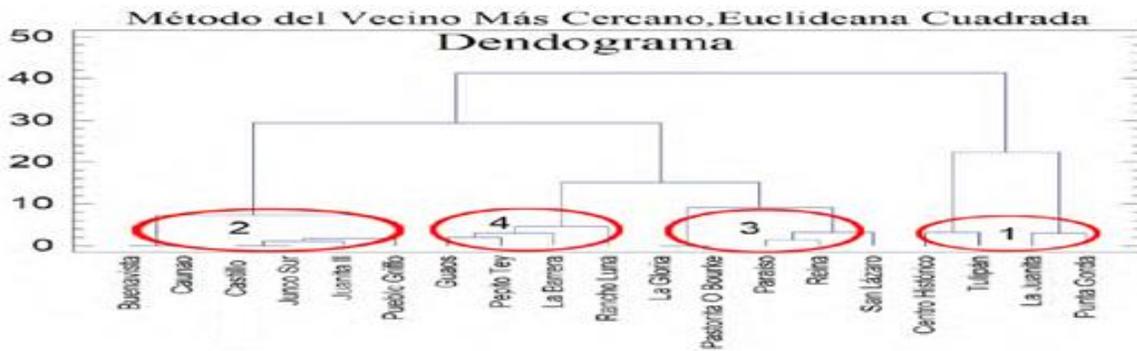


**Nota:** Tomada de (Correa, 2021)

A partir de los datos obtenidos durante el periodo 2007-2020 se realiza un análisis de clúster. En el dendograma obtenido del análisis (figura 2.8) se puede observar la formación de cuatro grupos que poseen consumos similares. Estos se han enmarcado y enumerados para su fácil apreciación; el primer grupo, se corresponde con los CP que presentan un mayor consumo siendo el que posee una distancia significativa respecto a los demás, confirmando el comportamiento apreciado en el diagrama de Pareto anteriormente presentado.

**Figura 2.8**

*Clasificación de los CP por grupos de consumo.*

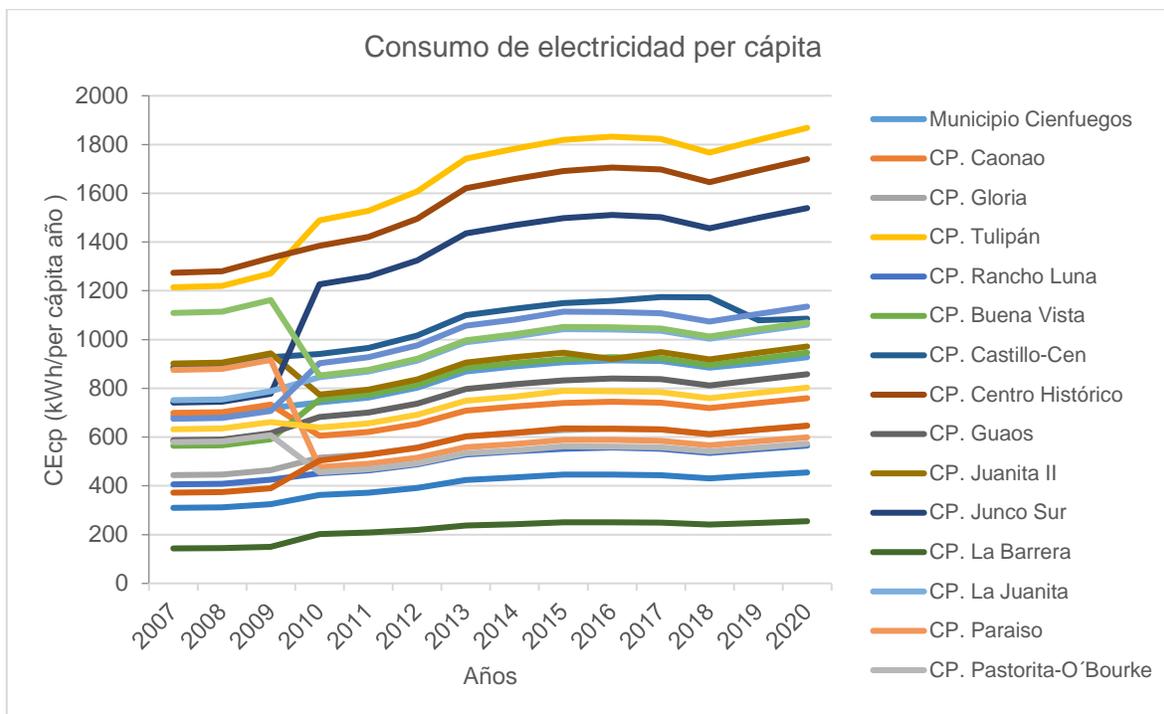


Nota: Tomada de (Correa, 2021)

El análisis anterior se complementa la incorporación del consumo de electricidad per cápita (CEpc) anual para cada CP que se realiza para el mismo periodo, con el objetivo de establecer de relación entre consumo de energía eléctrica en el municipio y los CP, según su población residente. El CEpc para el municipio de Cienfuegos para el periodo 2007 - 2020 oscila de 685,91 – 927,75 kWh/ per cápita, lo que representa un aumento de 241,84 kWh/ per cápita, los CP que tienen un CEpc mayor al municipal son: Tulipán, Centro Histórico, Junco Sur, Castillo-CEN, Pueblo Griffo, Punta Gorda, La Juanita, Juanita II y Buena Vista (figura 2.9). En resumen los CP que conforman los grupos 1 y 2 (figura 2.3) representan el 69,33 % del consumo de electricidad en el sector residencial municipal, en cuanto al CEpc los CP que conforman estos grupos exceden (excepto Caonao) el CEpc municipal (figura 2.9), por lo que se concluye que el consumo de energía eléctrica en los CP tiene relación con la población residente en ellos y sus hábitos de consumo, cabe destacar que el periodo de análisis todos los CP aumentan su CEpc a excepción .de los CP Paraíso y Pastorita - O´Bourque que disminuyen en un 277,07 kWh/per cápita y 7,57 kWh/per cápita respectivamente, cabe destacar que el CEpc está asociado al desarrollo humano de un país o región.

**Figura 2.9**

*Consumo de electricidad per cápita en el municipio de Cienfuegos y su 19 CP.*



Nota: Tomada de (Correa, 2021)

### 2.5.1 Análisis de los datos del consumo de energía eléctrica del Consejo Popular Centro Histórico

Se realiza las pruebas de normalidad y de bondad de ajuste para verificar si los datos del consumo de energía eléctrica en el sector residencial del Consejo Popular Centro Histórico siguen una distribución normal. (Anexo 6, figura 1)

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor a 0,05, no se puede rechazar la idea de que consumo proviene de una distribución normal con un 95% de confianza.

La figura 2 Anexo 6 muestra el gráfico de cajas y bigotes para el consumo de energía del Consejo Popular el cual presenta una variabilidad baja teniendo en cuenta el tamaño de la caja y la posición de la mediana en ella, en cuanto a las dimensiones de los brazos existe un sesgo de los datos hacia los valores más bajos.

La variabilidad del Consejo Popular es baja sin embargo es necesario realizar un segundo estudio utilizando la herramienta de gráfico de control para valores individuales. Este análisis se realiza con la finalidad de encontrar control estadístico en el consumo de energía eléctrica de Centro Histórico y determinar su estabilidad. (Anexo 6, figura 3)

### ***Cálculo de inestabilidad***

$St = \text{puntos especiales} / \text{puntos totales} * 100$

$St = 1/12 * 100$

$St = 8.33 \%$

La figura 3, Anexo 5 muestra un punto por fuera del límite inferior de control lo que significa desde el punto de vista energético el mejor desempeño del Consejo Popular en el mes de febrero del año 2015 en cuanto a la estabilidad es mala con un índice de inestabilidad de 8.33 % por encima del 5%.

A continuación, en la figura 4, Anexo 6 se muestra el gráfico de secuencias para el consumo de energía eléctrica en el año 2015. Este procedimiento se usa para examinar los datos en busca de tendencias u otros patrones en el tiempo (Mezcla-Agrupamiento-Oscilación-Tendencia). La tendencia del consumo de energía eléctrica en el Consejo Popular es a aumentar hasta el mes de julio y a partir de ahí comienza a decrecer.

El anexo 7 muestra el pronóstico para los 12 meses del año 2016 teniendo en cuenta los datos del 2015, evidenciándose un aumento desde el mes de enero hasta mayo, luego disminuye en los meses de junio a agosto y vuelve a aumentar a partir de septiembre hasta diciembre.

En la figura 5, Anexo 6 se muestra el gráfico del modelo ajustado para el consumo de energía eléctrica del Consejo Popular Centro Histórico donde el estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica 14,5194% de la variabilidad en el consumo. El análisis de regresión lineal evidencia una relación relativamente débil entre las variables de acuerdo con el coeficiente de correlación igual a 0,381043, sin embargo, no existe un patrón que establezca un valor del coeficiente de correlación adecuado en la línea base energética para el sector residencial obteniéndose una recta de regresión lineal igual a:

$$\text{Consumo} = -4,57249E6 + 713,27 * \text{Cantidad de consumidores}$$

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos es necesario determinar el modelo de mejor ajuste de regresión al cual se ajusten las variables como se muestra en el anexo 8, el cual recoge todos los resultados de ajustar varios modelos curvilíneos a los datos. De los modelos ajustados, el modelo cuadrado doble es el que arroja el valor más alto de RCuadrada con 15,22% por lo que constituye el modelo de mejor ajuste.

La figura 6 Anexo 6 muestra los resultados de ajustar un modelo cuadrado doble para describir la relación entre Consumo y Cantidad de consumidores con un coeficiente de correlación igual a 0,390134, indicando una relación relativamente débil entre las variables obteniéndose una recta de regresión lineal igual a:

$$\text{Consumo} = \text{sqrt}(-9,84691\text{E}12 + 163128 * \text{Cantidad de consumidores}^2)$$

### **2.5.2 Análisis de los datos del consumo de energía eléctrica del Consejo Popular Punta Gorda**

Para determinar si los datos de consumo de energía eléctrica del Consejo Popular Punta Gorda siguen una distribución normal se realiza la prueba de bondad de ajuste.

En el Anexo 2 figura 1, se presentan los parámetros estimados para la distribución ajustada, donde al ser el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas mayor a 0,05 no se puede rechazar la idea de que el consumo de energía eléctrica en el CP de Punta Gorda proviene de una distribución normal con un 95% de confianza. Asimismo, en el gráfico de Cuantil-Cuantil se puede constatar cómo los puntos de datos se acercan a la línea de normalidad afirmando que se ajustan a esta distribución.

Para ver la variabilidad y la concentración de los datos del consumo de energía eléctrica del CP se realiza un análisis de variación mediante un gráfico de caja y bigote (Anexo 2, figura 2), en la cual al observar la longitud de los bigotes se puede decir que la distribución de los datos tiene cierto balance, aunque existe un pequeño sesgo que de manera mínima tiende a los valores más altos en el consumo de energía del Consejo Popular Punta Gorda. La caja da muestra de poca variabilidad donde la asimetría de esta es casi imperceptible debido a que la repartición de los datos es bastante equilibrada. Además, entre estos datos existe un punto aberrante, que como se muestra el diagrama de tallo y hoja toma el valor 641 901 kW/h perteneciente a la observación del mes de febrero del año 2015.

Debido a que la variabilidad del Consejo Popular Punta Gorda es baja se hace necesario realizar un segundo estudio utilizando la herramienta de gráfico de control para valores individuales, dado que es un proceso lento y los datos se obtienen con una periodicidad de un mes. Este análisis se realiza con la finalidad de determinar si existe un control estadístico del consumo de energía eléctrica para el CP y establecer la estabilidad de este proceso.

Como se evidencia en la Figura 3 del Anexo 2, se puede asegurar que el proceso de consumo de energía eléctrica en el Consejo Popular Punta Gorda no tiene control estadístico con un

nivel de confianza del 95% ya que de 12 puntos de observación dos se encuentran fuera de los límites de control superior e inferior, provocando una mala estabilidad del proceso debido a que el índice de inestabilidad es de 16.6667% siendo mayor que el 5%.

Aunque desde el punto de vista estadístico la estabilidad es mala, desde el punto de vista energético el punto que corresponde al mes de febrero que cae por debajo del límite inferior de control es el mejor desempeño del CP en el año 2015 en materia de consumo de energía eléctrica, no considerándose por este motivo un punto especial, sin embargo el punto del mes de julio que se encuentra por encima del límite superior de control, sí constituye un punto especial, siendo necesario tenerlo en consideración por ser el consumo de energía eléctrica más elevado del 2015. La tendencia del consumo para Punta Gorda es en su mayoría creciente hasta el mes de julio, a partir del cual comienza a decrecer, pero con valores similares a los del período entre mayo y junio.

Con el fin de examinar los datos en busca de tendencias u otros patrones en el tiempo se realiza un gráfico de secuencia para Individuos, a su vez teniendo en cuenta los datos del consumo de energía eléctrica del Consejo Popular Punta Gorda para el año 2015 se realiza el pronóstico automático para los 12 meses del año 2016, resultados que se contemplan en la Figura 4 del Anexo 2. El gráfico de secuencia muestra como los datos del consumo se agrupan cerca de la mediana, con excepción de los meses de enero y febrero que toman valores menores a esta y valores muy elevados los de julio y agosto, pudiendo afirmar con un nivel de confianza del 95% que existe un agrupamiento estadísticamente significativo puesto que el valor-P para las corridas arriba y abajo de la mediana es menor que 0,025 (ver Anexo 3). Por su parte el pronóstico para el consumo de energía eléctrica para el 2016 en Punta Gorda tendrá una tendencia creciente y tomará valores superiores a los del 2015 aunque no existirán tantos picos en el consumo como se muestra las tablas de pronóstico del Anexo 4.

Con el objetivo de determinar las líneas base energéticas que responden a la planeación energética como elemento fundamental de la NC-ISO 50 001:2011 “Sistema de Gestión de la Energía” se utilizan los gráficos de regresión lineal simple para establecer la relación entre las variables:

- Variable independiente: Cantidad de consumidores (U) significando los hogares del

Consejo Popular Punta Gorda

Variable dependiente: Consumo de energía eléctrica kW/h

Según se evidencia en el análisis de regresión lineal simple de la Figura 1, Anexo 5, para el CP Punta Gorda existe una relación desde el punto de vista estadístico moderadamente fuerte entre las variables debido a que el coeficiente de correlación es igual a 0,785942, sin embargo, no existe un patrón que establezca un valor del coeficiente de correlación adecuado en el establecimiento de una línea base energética para el sector residencial. La recta de regresión lineal simple quedó determinada como:

$$\text{Consumo} = -3,57714\text{E}6 + 1502,05 * \text{Cantidad de consumidores}$$

El gráfico del modelo ajustado se expone en la Anexo 5, figura 2, en la cual se puede constatar como los puntos de las observaciones se acercan a la línea de la distribución afirmando el ajuste hacia este modelo y R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica el 65,9854% de la variabilidad del consumo de energía eléctrica del Consejo Popular Punta Gorda. La ecuación del modelo ajustado es:

$$\text{Consumo} = 1 / (0,00000530902 - 0,0 * \text{Cantidad Consumidores}^2)$$

El coeficiente de correlación es igual a -0,812314, indicando una relación moderadamente fuerte entre las variables siendo mejor que en el modelo de regresión lineal simple.

A modo de conclusión en la Tabla 2.3 se muestran los resultados de todas las pruebas realizadas en el Statgraphics Centurion a los valores de la variable consumo de energía eléctrica para los Consejos Populares de Centro Histórico y Punta Gorda.

**Tabla 2.3**

*Resumen de resultados en los Consejos Populares de Centro Histórico y Punta Gorda*

Consejo Popular	Variabilidad	Estabilidad	Tendencia	Pronóstico	Regressions lineal simple	Modelo ajustado
Centro Histórico	Baja	Mala	Decreciente	Aumentar	Coeficiente de correlación 0,381043 Relación relativamente débil	Coeficiente de correlación 0,390134 Relación relativamente débil

Punta Gorda	Baja	Mala	Creciente	Aumentar	CC=0,7859 Relación moderadamente fuerte	CC=-0,812314 Relación moderadamente fuerte
-------------	------	------	-----------	----------	--	---

Nota: Tomada de (Rodríguez S. , 2016).

Los resultados se describen a continuación:

- Variabilidad: describe el comportamiento del consumo de energía eléctrica (kW/h) por CP, según los meses, en este análisis los Consejos Populares como Centro Histórico y Punta Gorda tienen una variabilidad baja.
- Estabilidad: describe si los patrones de consumo de energía eléctrica se mantienen en el periodo de análisis, para los Consejos Populares como Centro Histórico y Punta Gorda se evidencia una mala estabilidad.
- Tendencia: describe el comportamiento a crecer, mantenerse o decrecer en el consumo de energía eléctrica, donde se pueden evidenciar ciclos (crecer y decrecer y viceversa en el tiempo), en el análisis se obtuvo que el Consejo Popular Centro Histórico tiene la tendencia a disminuir el consumo de energía eléctrica y el Consejo Popular Punta Gorda a aumentar el consumo de energía eléctrica.
- Pronóstico: pronostica valores futuros de consumo de energía eléctrica para los Consejos Populares; para los otros Consejos Populares como Centro Histórico y Punta Gorda se pronostica un aumento en el consumo de electricidad.

En el análisis realizado se obtuvo que en todos los Consejos Populares del municipio de Cienfuegos el mes de febrero constituye el de menor consumo de energía eléctrica y el mes de julio el de mayor consumo en el 2015.

## 2.6 Análisis de Residuos Sólidos Urbanos

El tema de la generación de los residuos sólidos urbana (RSU) en Cuba, constituye un problema que se acrecienta, dicha afirmación se fundamenta principalmente en el aumento del volumen y su composición debido a la existencia de una generación de cuatro mil toneladas de los mismos para un promedio de 0,5 Kg cada día por habitante. La provincia de Cienfuegos en el año 2001 era el mayor generador de residuos sólidos con un aproximado de 116 173 Kg/día, presentando el mismo índice de generación de RSU que Ciudad de la Habana con un

0,75 Kg/día por habitante (Rodríguez S. , 2019), esta última con mayor número de habitantes. En el año 2005 en municipio de Cienfuegos se evidenció una disminución en el índice con respecto al 2001. La Tabla 2.4 muestra este análisis.

**Tabla 2.4:**

*Generación de Residuos diario en Ciudad Habana y Cienfuegos.*

Ciudad	Año	Población	Índice per cápita kg per cápita /día	Total kg/día	Total ton/día
Ciudad de La Habana	2001	2186,632	0,75	1639,974	1,640
Cienfuegos	2001	154,897	0,75	116 173	116
Cienfuegos	2005	164,749	0,58	150 311	150

Nota: Tomada de (Rodríguez S. , 2019).

Es necesario considerar que estos datos corresponden al 2001 porque es entonces que se comienza a conceder importancia a la generación de los RSU, aunque no existen referencias de continuidad de estudios hasta el año 2012 con las investigaciones realizadas por (Correa, González, & Hernández, 2017), por lo que existe desproporcionalidad entre el volumen de desechos generados en la práctica y el desconocimiento de la magnitud real de los mismos, pues la recogida no se planifica según los volúmenes materialmente existentes, otra deficiencia es que no existen registros hasta el momento de cuántas toneladas se generan al día, ni el índice per cápita, no cuentan con una base de datos, y no archivan esta documentación.

Según (ONEI, 2018) en el año 2017 Cienfuegos aumento su generación de RSU con respecto al 2016 esto se detalla en el Anexo 9. Cienfuegos es la sexta provincia del país con mayor relación volumen RSU/población con un índice de 2,45 m<sup>3</sup>/habitante en el año 2017, su índice supera al de provincias con una mayor población como Santiago de Cuba, Villa Clara, Matanzas, Pinar del Rio, Camagüey entre otras. Todo ello se resume en la Tabla 2.5

**Tabla 2.5:**

*Provincias con mayor población que Cienfuegos y menor índice RSU/población.*

Provincia	Población (hab)	Volumen-RSU (m³)	Índice (m³/hab)
Cienfuegos	407 244	998 000	2,5
Granma	826 911	1 964 000	2,37
Las Tunas	536 094	1 229 100	2,29
Holguín	1 030 024	2 036 100	1,97
Guantánamo	511 093	906 100	1,77
Villa Clara	784 244	1 345 500	1,71
Santiago de Cuba	1 051 069	1 701 900	1,61
Camagüey	769 863	1 191 300	1,54
Matanzas	712 418	1 047 700	1,47
Pinar del Río	586 483	808 000	1,37

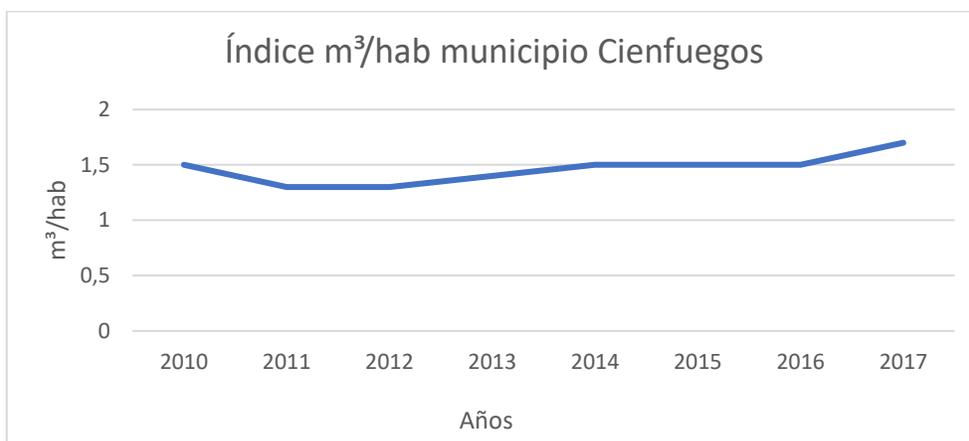
Nota: Tomada de (Rodríguez S. , 2019).

El Anexo 10 detalla la actualización del volumen total de desechos sólidos recolectados en el municipio de Cienfuegos, así como la cantidad de habitantes, datos publicados por ONEI (2017). En la Figura 2.10 se aprecia que el índice de relación volumen de RSU/población en el municipio de Cienfuegos a partir del año 2013 comienza a ascender notablemente y se incrementa en 1,7 metros cúbicos por habitantes en el 2017.

Los RSU en el municipio de Cienfuegos se depositan en un total de siete vertederos y de ellos solo seis funcionan, los cuales están localizados por CP como se muestran en la Tabla 2.6 Los RSU denominados residuos domésticos provienen del sector residencial, se generan en los domicilios particulares, los comercios, las oficinas y los servicios. Estos tipos de RSU son inorgánicos y orgánicos cuya clasificación detallada se encuentra en el Anexo 11.

**Figura 2.10:**

*Índice de la relación volumen de RSU/población en el municipio de Cienfuegos.*



Nota: Tomada de (Rodríguez S. , 2019)

**Tabla 2.6:**

*Resumen de vertederos del municipio Cienfuegos.*

Cantidad	Funcionamiento	Ubicación	
		Cantidad	CP
7	6	1	Rancho Luna
		1	Caonao
		1	Pepito Tey
		1	CEN
		1	Paraíso
		1	Pueblo Griffó

Nota: Tomada de (Rodríguez S. , 2019).

En Cuba los RSU están compuestos por: 59.45 % de materias orgánicas y 40.55 % inorgánicas (Rodríguez S. , 2019). Por tanto, se considera para el municipio de Cienfuegos esta misma composición de RSU, debido a que la Dirección Provincial y la Dirección Municipal de Servicios Comunes no posee esta información. El municipio genera, según la Dirección Municipal de Servicios Comunes la cantidad de RSU que se muestra en la Tabla 2.7

**Tabla 2.7:**

*Residuos sólidos urbanos orgánicos e inorgánicos diario, mensual y anual.*

	Volumen		
	Día	Mes	Año
<b>Total de RSU</b>	<b>600 m<sup>3</sup></b>	<b>22 Mm<sup>3</sup></b>	<b>264 Mm<sup>3</sup></b>
<b>RSU orgánico</b>	<b>356,7 m<sup>3</sup></b>	<b>13,079 Mm<sup>3</sup></b>	<b>156,948 Mm<sup>3</sup></b>
<b>RSU inorgánico</b>	<b>243,3 m<sup>3</sup></b>	<b>8,921 Mm<sup>3</sup></b>	<b>107,052 Mm<sup>3</sup></b>

Nota: Tomada de (Rodríguez S. , 2019).

La composición de los residuos es de vital importancia para su gestión, debido a que existen diferentes tratamientos y tecnologías que se pueden aplicar teniendo en cuenta la composición de estos. Por esta razón es necesario tener estos datos con el fin de que las acciones que se tracen en el municipio respecto a los RSU sean eficaces.

En la revisión del contexto del manejo de los RSU se analizaron los estudios realizados por (De la Peña, 2012) con el Sistema para evaluar el manejo de los RSU en la ciudad de Cienfuegos y la Dirección Provincial de Planificación Física con el Plan General de Ordenamiento Territorial Urbano (PGOTU) en el municipio Cienfuegos.

Los resultados obtenidos se listan en el Anexo 12.

Con el grupo de expertos se identificaron las causas incidentes en el deficiente manejo de los RSU en el municipio de Cienfuegos, mediante el Diagrama Causa- Efecto, mostrado en la Anexo 13.

Del análisis anterior se listan las causas potenciales que influyen en el deficiente manejo de los RSU en el municipio:

1. Insuficientes equipos para la recolección de los RSU.
2. Insuficiente tratamiento de los RSU.

Luego se realizó un estudio del estado actual del tratamiento y gestión de los RSU en el municipio de Cienfuegos. Para ello se trabaja con datos del periodo 2010-2015 tomados del Anuario Estadístico emitido por la ONEI, vale aclarar que no tienen estos datos en los últimos 3 años (2016-2018) debido que la ONEI dejó de emitirlos. En Tabla 2.8 se recopilan los

promedios de equipos recolectores de RSU, que como muestra la Figura 2.11 el 2010 fue el año de mayor promedio de equipos en funcionamiento con más de sesenta equipos activos. No sucedió lo mismo en 2011 y 2012 pues ocurrió una disminución agudizándose en el 2015. Comparado con el año 2010 y 2015 se puede observar el déficit de equipos debido a su deterioro.

En el centro de la ciudad se utilizan los colectores y en los CP más alejados, los carros de tracción animal, tractores con carreta y camiones abiertos. Otra forma de mantener las calles limpias en el municipio es mediante el barrido de calles, esta actividad comienza a partir de las 4:40 am hasta las 12:40 pm, con un doble barrido de 1:00 pm a 7:00 pm en el Consejo Popular Centro Histórico.

El manejo de los RSU se muestra a través de los indicadores descritos en los Anexos 14 y 15 en los cuales se aprecia su comportamiento durante el periodo 2010-2015, vale aclarar que no tienen estos datos en los últimos tres años (2016-2018) debido que la ONEI dejó de emitirlos.

**Tabla 3.5:**

Promedio de equipos recolectores de desechos sólidos trabajando.

Concepto	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Promedio de colectores trabajando	8	7	7	5	2	5
Promedio de tractores c/carretas trabajando	1	1	1	2	4	5
Promedio de camiones abiertos trabajando	11	10	10	5	10	8
Promedio de carros de tracción animal trabajando	41	31	31	43	34	29
Promedio de buldóceres trabajando	1	2	2	1	1	1
<b>Total de equipos trabajando</b>	<b>62</b>	<b>51</b>	<b>51</b>	<b>56</b>	<b>51</b>	<b>48</b>

Nota: (ONEI, 2016)

En la Figura 2.12 se aprecia el volumen total de RSU recolectados en el municipio de Cienfuegos durante el periodo 2010- 2015. En esta se evidencia una disminución en el 2011, probablemente causado por la rebaja en el total de equipos en funcionamiento existente en ese año, como bien se explicó en el análisis de la Figura 3.4. En los años posteriores se denota un aumento en la recolección de volumen de RSU.

**Figura 2.11:**

*Total, de equipos trabajando en el municipio de Cienfuegos en la recolección de RSU.*



Nota: Tomada de (Rodríguez S. , 2019)

**Figura 2.12:**

*Volumen total de RSU recolectados en el municipio de Cienfuegos.*



Nota: Tomada de (Rodríguez S. , 2019)

## **2.7 Conclusiones parciales**

1.- El municipio de Cienfuegos cuenta con 19 Consejos Populares de ellos 11 urbanos y 8 mixtos que responden a las necesidades gubernamentales y político – administrativas y son utilizados como base para el control territorial. El sector residencia presenta un alto consumo de energía eléctrica representado por el 381 KW/h/cliente, con una tendencia al aumento

2.- Los análisis energéticos dieron como resultado que los CP, de mayor consumo de energía son Centro Histórico y Punta Gorda, representando aproximadamente el 15 % del consumo de energía eléctrica del municipio de Cienfuegos.

3.- Los RSU, son un elemento de importancia a considerar en las ciudades por la carga contaminante e incide en el ornato y la higiene en particular en Cienfuegos, cuyo centro urbano, 90 manzanas, fueron declaradas Patrimonio Cultural de la humanidad, con una tendencia al aumento, con insuficiente tratamiento a partir de la insuficiente capacidad de recolección en equipamiento.

## **CAPITULO III Propuesta del Sistema de Gestión Energético Local basado en el modelo de Economía Circular**

### **3.1 Introducción**

En este capítulo se realiza un análisis de la aplicación del sistema de GEL basado en el modelo de EC en los Consejos Populares de Centro Histórico y Punta Gorda en función de sentar las pautas para una investigación científica. Se propone la integración del modelo de EC a la gestión energética local, y se menciona el grupo de indicadores energéticos y ambientales encargados de medir el desempeño del municipio.

### **3.2 Implementación de la EC en el Municipio de Cienfuegos**

Con la propuesta del Modelo para la gestión energética en los órganos de gobierno local en Cuba por (Correa, 2021), que incluye el Sistema de Gestión Energético Local (SGEL), se integra de manera directa la energía y el medio ambiente como dos elementos que no pueden excluirse entre sí. Para mejorar la eficiencia energética es necesario fomentar además del ahorro, el uso de energías renovables, lo que su vez propicia la disminución de la contaminación ambiental producida por la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), los

desechos sólidos sin tratamiento y la contaminación de aguas por combustibles fósiles. En esta investigación se decidió adaptar el SGEL e incorporarle el modelo de Economía Circular.

En el municipio de Cienfuegos se han desarrollado investigaciones enfocadas en el estudio de las potencialidades que posee la localidad para la implementación del modelo circular desde los consejos populares. Estudió que se llevó a cabo en los Consejos Populares Casco Histórico y San Lázaro, en el resto de los CP no se ha realizado el estudio.

En el Consejo Popular Casco Histórico el estudio mediante una encuesta identificó 4 sectores prioritarios siendo estos los que más inciden en la aplicación de la EC. Estos sectores son:

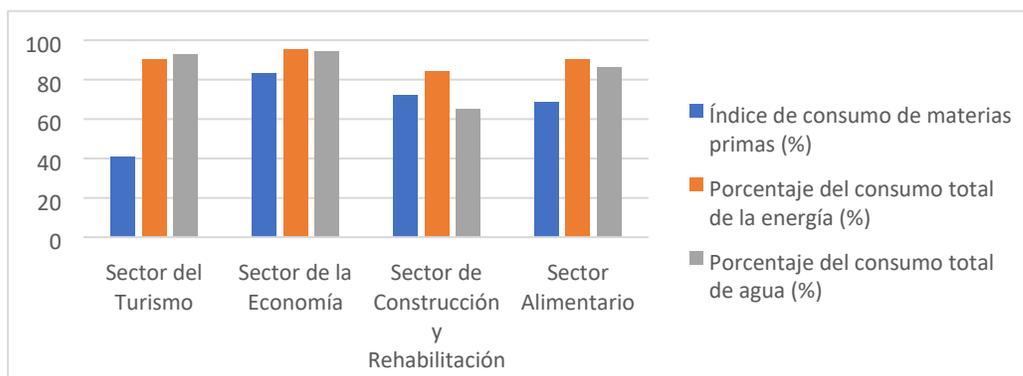
- ✓ Sector del turismo
- ✓ Sector de la economía
- ✓ Sector de construcción y rehabilitación
- ✓ Sector alimentario

Se analizan los indicadores de EC a través de gráficos y tablas construidos por (Sánchez, 2022), que ilustran el estado actual de estos sectores en el consejo popular objeto de estudio.

Los indicadores de producción y consumo se observan en la Figura 3.1, donde se concluye que el sector de mayor influencia es el de la Economía ya que presenta mayor índice de materias primas y el mayor porcentaje de consumo total de energía y agua. Además, se observa que el sector del Turismo tiene bajo índice de consumo de materias primas, sin embargo, los porcentajes de consumo de energía y agua son elevados. El resto de los sectores también se presentan como altos consumidores de energía, aunque no tienen índices de consumo tan elevados como el de la Economía y el de la construcción.

**Figura 3.1**

*Gráfico de barras de indicadores de Producción y consumo.*



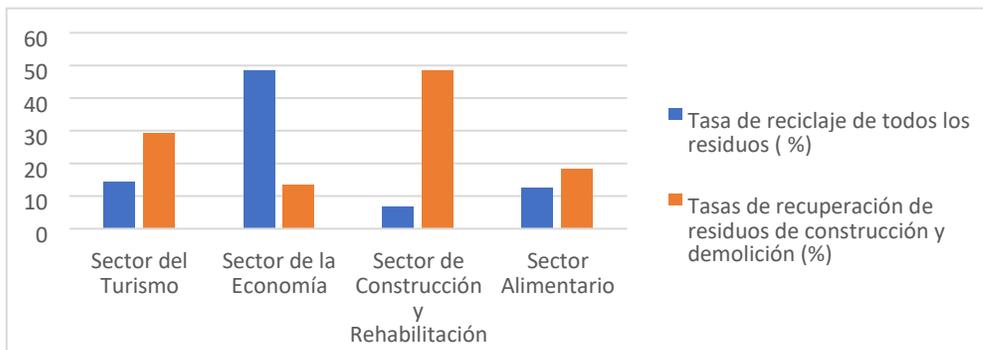
Nota. Tomado de (Sánchez, 2022)

Los indicadores de Gestión de residuos (Figura 3.2) arrojan que el sector de la Economía es el que presenta mayor tasa de reciclaje de todos los residuos, sin embargo, una tasa baja de recuperación de residuos de construcción y demolición. En el caso del sector de la Construcción y Rehabilitación ocurre lo contrario: presenta una tasa de recuperación de residuos de construcción y demolición, pero la tasa de reciclaje de todos los residuos es muy baja.

En la Tabla 3.1 se representa el indicador de Materias primas secundarias, y se evidencia que el Sector Alimentario tiene mayor tasa, y el Sector de Construcción y Rehabilitación tiene menor Tasa de entrada de reciclaje al final de su vida útil. El sector de la Economía tiene mayor tasa de uso de material circular, así como el mayor comercio de materias primas reciclables; el sector de Construcción y Rehabilitación es el que menores valores presenta en ambos casos.

**Figura 3.2**

*Gráfico de barras de indicadores de Gestión de residuos.*



Nota: Tomado de (Sánchez, 2022)

**Tabla 3.1**

*Indicadores de Materias primas secundarias*

Indicador	Sector del Turismo	Sector de la Economía	Sector de Construcción	Sector Alimentario

			<b>y</b>	
			<b>Rehabilitación</b>	
<b>Materias primas secundarias</b>				
Tasa de entrada de reciclaje al final de su vida útil	17, 4 %	28, 8 %	7, 8 %	29, 3 %
Tasa de uso de material circular	6, 1 %	7, 5 %	4, 6 %	5, 7 %
Comercio de materias primas reciclables	35 000 CUP/ toneladas	39 560 CUP/ toneladas	16 750 CUP/ toneladas	33 200 CUP/ toneladas

*Nota.* Tomado de (Sánchez, 2022)

En la Tabla 3.2 en los Indicadores auxiliares se tiene que el sector de la Economía tiene el mayor valor en productividad material y el menor es del sector del Turismo. En el tratamiento de residuales totales, es también el sector económico el de mayor tasa.

**Tabla 3.2**

*Indicadores auxiliares*

<b>Indicador</b>	<b>Sector del Turismo</b>	<b>Sector de la Economía</b>	<b>Sector de Construcción y Rehabilitación</b>	<b>Sector Alimentario</b>
<b>Indicadores auxiliares</b>				
Productividad material	470 CUP/kg	983 CUP/kg	640 CUP/kg	760 CUP/kg

Tratamiento de residuos totales	Reciclaje: 0,30 t/hab.	Reciclaje: 0,40 t/hab.	Reciclaje: 0,15 t/hab.	Reciclaje: 0,25 t/hab.
	Incineración: 0,12 t/hab.	Incineración: 0,11 t/hab.	Incineración: 0,14 t/hab.	Incineración: 0,13 t/hab.
	Vertedero: 0,3 t/hab.	Vertedero: 0,5 t/hab.	Vertedero: 0,2 t/hab.	Vertedero: 0,4 t/hab.

Nota: Tomado de (Sánchez, 2022)

Se construyó una hoja de ruta (Tabla 3.3) con las oportunidades de mejoras identificadas a partir del cálculo de los indicadores expuestos. Se obtuvo que la mejor oportunidad de EC identificada en el territorio es incrementar la eficiencia y el ahorro en el consumo de energía y la de menor importancia aumentar la formación en materias de circularidad en el sector, esto no quiere decir que no se pueda aplicar, siempre que se puede será mucho mejor (Sánchez, 2022).

**Tabla 3.3**

*Hoja de ruta para la implementación de la EC en el CP Centro Histórico*

Oportunidad	Estrategia	Período de maduración
Incrementar la eficiencia y el ahorro en el consumo de energía	Repensar/ Optimizar recursos	Corto
Promover el uso más eficiente de materias primas.	Alargar la vida útil/ Optimizar recursos y Repensar	Medio
Fomentar el uso de materiales reciclables	Alargar la vida útil/ Optimizar recursos	Medio

Prolongar la vida útil de los productos	Alargar la vida útil/ Optimizar recursos/ Cierre de ciclo/fin de vida	Medio
Reducir el despilfarro alimentario	Cierre de ciclo/fin de vida	Largo
Innovar en materiales (avanzados y renovables), procesos y productos	Repensar	Largo
Impulsar la creación de nuevos modelos de negocios más circulares	Repensar	Largo
Aumentar la formación en materias de circularidad en el sector	Repensar	Largo

*Nota:* Tomado de (Sánchez, 2022)

El CP Centro Histórico, es un alto consumidor de materias primas, agua y energía por parte del Sector Económico, que es el más amplio e influyente. Las tasas de reciclaje de todos los residuos en el sector de la Economía representan una oportunidad favorable para la aplicación de las estrategias 10R mencionadas, (rechazar, repensar, reducir, reusar, reparar, restaurar, remanufacturar, reutilizar, reciclar, recuperar), con el apoyo de las hojas de ruta diseñadas para cada caso, punto de partida hacia la inclusión del modelo de circularidad en la gestión local.

En el Consejo Popular Punta Gorda no se ha realizado el estudio de las potencialidades que posee la localidad para la implementación del modelo circular desde los consejos populares.

Por tanto, es necesario aplicar el sistema de GEL, basado en el modelo de EC, en los CP Centro Histórico y Punta Gorda.

### **3.3 Propuesta del Sistema de Gestión Energético Local basado en el modelo de Economía Circular en los CP Centro Histórico y Punta Gorda**

La autora (García Heredia, 2023), realiza un análisis del Modelo para la gestión energética en los órganos de gobierno local en Cuba, propuesto por (Correa, 2021), donde se determina la

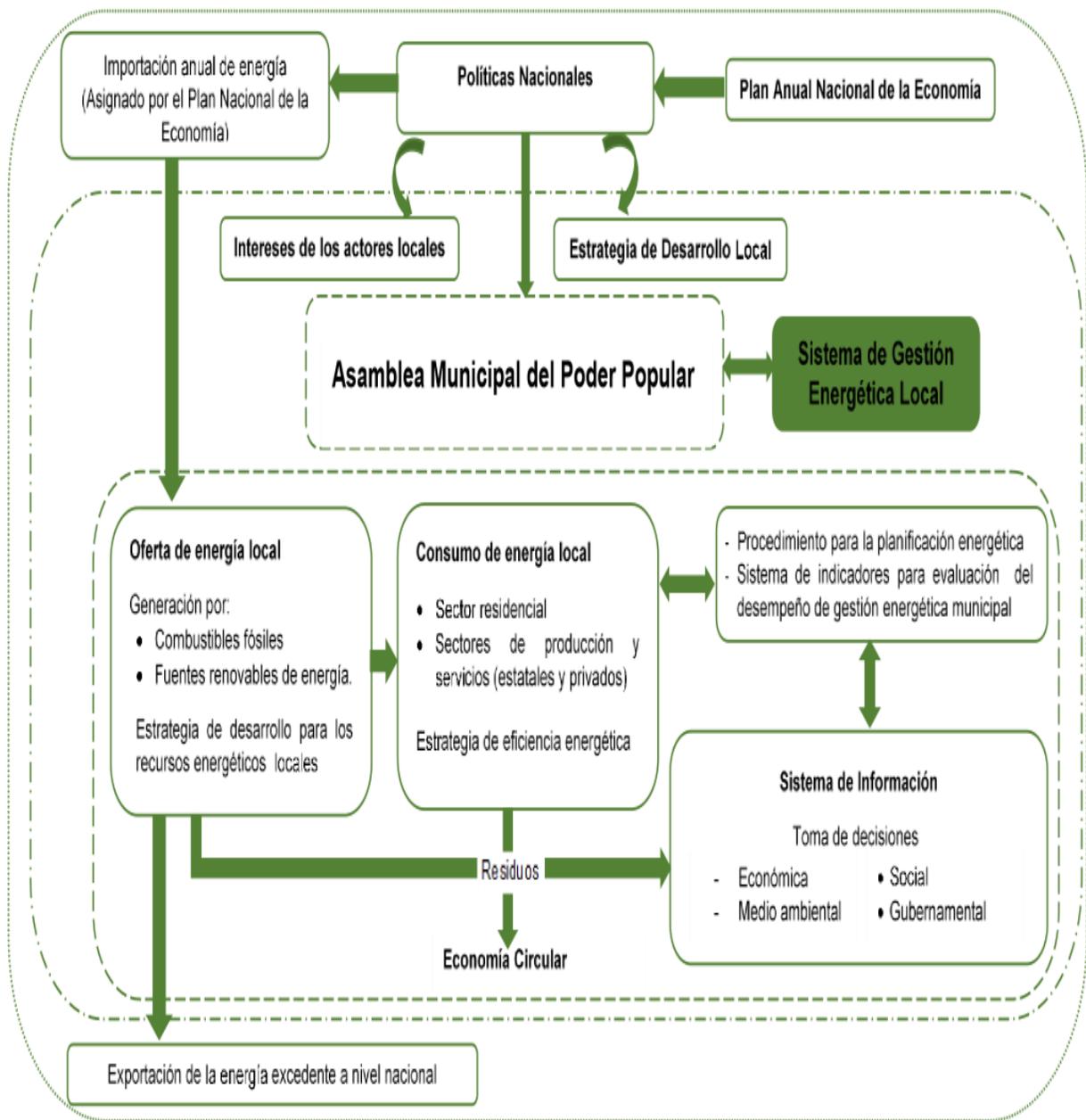
viabilidad de incorporar el modelo de EC, al modelo de GEL, dando como resultado, Sistema de Gestión Energético Local basado en el modelo de Economía Circular, declarándose para ello un nuevo escenario para los municipios cubanos.

Las entradas del nuevo escenario para la GEL basado en el modelo de la EC en Cuba (Figura 3.3) están determinadas por las políticas nacionales establecidas en la actualización del modelo económico cubano y el PNDES hasta 2030 (PCC, 2017), que regulan el contexto nacional, los intereses de los actores locales y la estrategia de desarrollo local.

- ✓ Las Políticas nacionales aprobadas en los lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución en el VI Congreso del PCC, el PNDES hasta 2030, con el Eje estratégico Recursos naturales y medio ambiente (PCC, 2017), la Constitución de la República de Cuba (ANPP, 2019) que sustenta la actualización del Modelo Económico y Social cubano previéndose en la Política económica soluciones a corto y largo plazo en el desarrollo sostenible, la aprobación de la Ley 150/2022 que establece la integración de los principios del consumo y la producción sostenible y la economía circular. Respondiendo a los elementos económico, sociales, medioambientales, energético y gubernamentales.
- ✓ Intereses de los actores locales: Actores locales determinados en la EDESM.
- ✓ Estrategia de desarrollo local: En el municipio en su Línea de Actuación Estratégica 5 Desarrollo energético y cuidado del medio ambiente, el código de la ficha identificado por los programas, (1) Eficiencia energética y uso de la FRE en Cienfuegos y (2) Protección de patrimonio natural y medio ambiente.

### **Figura 3.3**

Nuevo escenario para la GEL basado en el modelo de la EC en Cuba

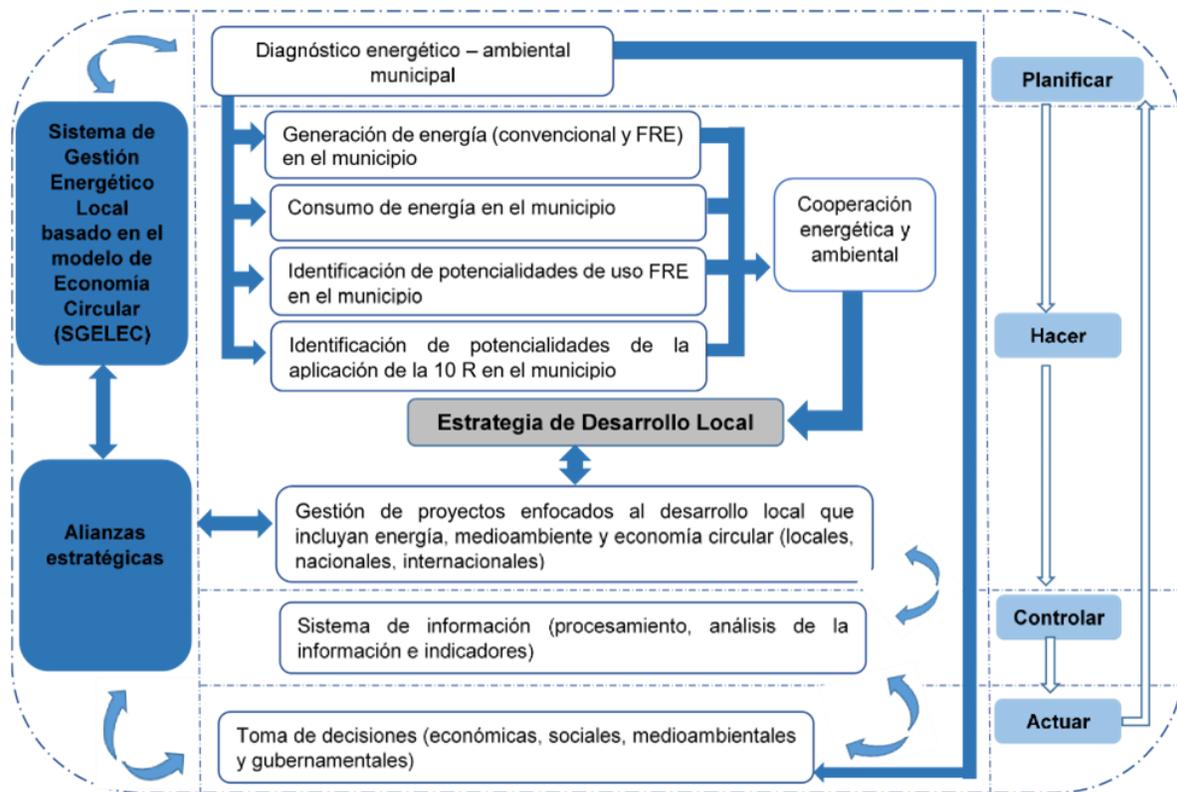


Nota: Tomado de (García Heredia, 2023)

El Sistema de gestión energética basado en el modelo de Economía Circular en los órganos de gobierno local en Cuba adaptado de (Correa, 2021) por (García Heredia, 2023), según se muestra en la figura 3.4

**Figura 3.4**

*Sistema de gestión energética local basado en el modelo de Economía Circular*



Nota: Tomado de (García Heredia, 2023)

Declarando indicadores para el control del sistema, siendo estos:

- Indicador energético sector residencial por CP (*IEnC*P*i*)
- Indicador energético sector residencial municipal (*IEn*m**)
- Índice de Eficiencia Energética Municipal (*IEEM*)
- Indicador Consumo de electricidad per cápita (*CEpc*)
- Indicador Presencia de fuentes renovables de energía en la matriz energética municipal (FREMEM)
- Indicador Carga contaminante dispuesta al agua per cápita
- RSU per cápita (*RSU*<sub>per cápita</sub>)
- Tasa de superficie de plantaciones forestales municipal (*TSP*m**).

### 3.4. Aplicación del SGELEC en los Consejos Populares Centro Histórico y Punta Gorda

La aplicación del SGELEC en los Consejos Populares Centro Histórico y Punta Gorda se basa en los puntos que se detallan a continuación:

- Diagnóstico energético – ambiental.
  - ✓ Generación de energía (convencional y FRE)
  - ✓ Consumo de energía
  - ✓ Identificación de potencialidades de uso de FRE
  - ✓ Identificación de potencialidades de la aplicación de la 10 R
  - ✓ Cooperación energética ambiental
- Gestión de proyectos enfocados al desarrollo local que incluyan energía, medio ambiente y economía circular.
- Sistema de información.

### **3.4.1 Diagnóstico energético – ambiental**

El diagnóstico energético – ambiental en los Consejos Populares Centro Histórico y Punta Gorda fue explicada la parte energética en el epígrafe 2.5; donde el ambos Consejos se encuentran en el Grupo 1 de los CP grandes consumidores de energía eléctrica en el sector residencial, representando un consumo de 30.87 MWh/mensual este análisis fue realizado hasta el año 2020, no justificando realizarlo para los años 2021, 2022, ni 2023; dado a la contingencia energética que vive el país. Sin embargo, es necesario considerar el aumento de los equipos de climatización y movilidad con consumo de energía eléctrica.

En cuanto a la parte media ambiental el manejo de los RSU constituye un problema ambiental, para ambos Consejos Populares con mayor incidencia en Centro Histórico

La Bahía de Cienfuegos recurso que conecta a los Consejos Populares Centro Histórico y Punta Gorda posee un amplio potencial para el desarrollo de actividades náuticas, la Laguna del Cura constituye una prioridad dentro de las acciones de la Tarea Vida en la provincia, porque todos estos problemas ambientales amenazan la línea de costa, ejemplo de ello el que el restaurante emblemático del mismo nombre y el canal donde se emplaza la llamada Base de Pesca Laguna del Cura de Cienfuegos o Base de Refugio de Embarcaciones Menores están en peligro de afectación de sus estructuras perdiéndose la tradición de artes de pesca. La figura 3.5 representan las estructuras que comprenden la zona descrita.

### **Figura 3.5**

*Laguna del Cura y El Canal*



Nota: elaboración propia.

En la actualidad y como resultado de efectos acumulados desde hace décadas existe una gran contaminación ambiental sobre todo en los recursos agua de mar y paisaje. El primero con importante contaminación por hidrocarburos (petróleo, aceites), por residuales albañales y RSU motivados por el aumento de las construcciones; y la violación de las regulaciones urbanísticas y el vertimiento de residuos.

En Laguna del Cura, los inmuebles que se levantan presentan un predominio tipo I muy buen estado técnico constructivo -aunque una cantidad importantísima de ellos tienen más de 35 años de construidos. En el estado en que se encuentran los recursos antes mencionados y el medio ambiente en general tienen responsabilidad los propietarios de embarcaciones menores, las personas y familias residentes permanentes en la zona y las empresas en clavadas en el entorno inmediato. Esta constituye un área de manejo costero en el que deben armonizarse actividades humanas y socioculturales si se desea alcanzar un aprovechamiento adecuado y sostenible de los recursos allí existentes.

En esta unidad existe, como es propio de su actividad, limpieza y embellecimiento de sus áreas internas y externas. Tiene definida la disposición final de sus residuos sólidos en coherencia con las normas sanitarias de la empresa a la que se subordinan, esto es a la Empresa Municipal Gastronómica de Cienfuegos, y las de CITMA disposiciones que no se cumplen en su totalidad.

Los problemas o impactos ambientales negativos fueron los que siguen:

- Emisión de gases contaminantes y uso de combustibles de forma ineficiente.
- Existencia de ruidos a niveles que pueden ser minimizados.
- Contaminación marina por desechos domésticos desde fuentes terrestres.

- Contaminación de las aguas marinas por residuos líquidos como lubricantes, combustibles; aguas con detergentes provenientes del interior de las embarcaciones al ser achicadas luego de ser fregadas.
- Existencia de “casetas” (estructuras construidas con el objeto de guardar las artes de pesca, y demás propiedades de los pescadores para el desarrollo de su actividad), con diseños y arquitectura no armónicas con el entorno que causan impactos visuales negativos y afean por tanto el paisaje.
- Existencia de muelles y espigones rústicos de los que hacen uso los pescadores y las embarcaciones de recreo.
- Contaminación del agua y el espacio terrestre, incluida la franja costera, por vertido de basura, escombros.
- Aumento en los niveles de presencia de vectores.
- Incremento de la inseguridad (para los pescadores, visitantes clientes, visitantes observadores, visitantes en general) en los muelles por su mal estado constructivo.
- Disminución de poblaciones de especies como la Jaiba y desaparición de la Lisa del entorno del estuario.
- Pérdida del área o franja costera y de mangle.

Una vez identificados los problemas ambientales se identificaron, analizaron, y listaron las causas de estos. Las mismas se relacionan a continuación:

- Causas de los Problemas ambientales referidos: Inexistencia de una micro localización o delimitación del perímetro o área real-legal de la Base de Pesca Laguna del Cura a través de una cerca perimetral.
- Desconocimiento de regulaciones ambientales generales y aplicables a la actividad que se desarrolla en la Laguna.
- Inexistencia de promoción de los valores culturales, naturales e históricos locales y vinculados con la comunidad de pescadores.
- Inexistencia de un programa de manejo de residuos sólidos y líquidos, aun cuando se observan avances en cuanto al tratamiento y disposición final de los mismos.
- Las instituciones encargadas del mantenimiento y cuidado de la limpieza de la ciudad no realizan recogidas de escombros, como se hace en otros lugares de la urbe debido a su notable exposición a los ojos del transeúnte; quedando esta actividad solo a la iniciativa de la población local organizada en los CDR.
- Inexistencia de un código de conducta ambiental para la federación y sus afiliados.

- Inexistencia de definición de acciones para lograr la participación de los clientes en la aplicación de las medidas de Protección al Medio Ambiente (inexistencia de colectores de basura con señalización para su uso).
- Desconocimiento de los niveles sonoros permitidos para la zona o para las características del tipo de motor de cada embarcación.
- Inexistencia de un plan de monitoreo de niveles sonoros.
- No se realizan inspecciones ambientales a las embarcaciones.
- Ausencia de control de vectores de forma regular en el área habitada, esto es en la franja de costa y áreas terrestres del estuario en el que existen micro- vertederos.
- Barreras gubernamentales para la explotación de las ventajas comparativas de los dueños de embarcaciones menores, tales como el atractivo que resulta para el visitante no nacional pasear por la bahía en una de estas embarcaciones y sin embargo no poder responder a esta demanda tiene un costo.
- No se pueden adquirir motores de última generación para sustituir los de tecnología obsoleta desde el punto de vista moral (grandes contaminadores) a fin de reducir los impactos ambientales negativos.
- Existencia de agua (generalmente de lluvia) acumulada en las gomas de autos utilizadas para contrarrestar o minimizar la fuerza del impacto de las embarcaciones contra los muelles en la Laguna, bahía o fuera de ella. Situación está que provoca el incremento en la presencia de vectores.
- La inexistencia de regulaciones y normas, para el levantamiento o construcción de las “casetas”.
- La inexistencia de regulaciones y normas para el levantamiento o construcción de los muelles; y por extensión de algún tipo de control al respecto.

Asimismo, por la falta de sentido de pertenencia de pescadores, esto es que no los asumen como suyos “totalmente”.

- Falta de educación ambiental.
- Inexistencia de vínculos, nexos, concertación o cooperación entre las organizaciones de masas.

La generación de energía por la vía convencional no se realiza ninguno de los dos Consejos Populares, con excepción a los grupos electrógenos presentes en las instituciones de servicio siendo los más representativos los instalados en los Hoteles Meliá en Cienfuegos y el Hospital Pediátrico “Paquito González Cueto”. En cuanto a la generación por FRE la presencia es

escasa y solo se constatan en el sector residencial pocas viviendas que utilizan la energía solar fotovoltaica (figura 3.6), que consumen parte de la energía entregada por este sistema en el horario de máxima generación, complementándola con la de la red eléctrica nacional.

### **Figura 3.6**

*Representación de uso de paneles fotovoltaico en el sector residencial Consejo Popular Punta Gorda*



Nota: elaboración propia

En cuanto a la identificación de potencialidades de uso de FRE, en los Consejos Populares Centro Histórico y Punta Gorda, existen la mayor cantidad de las 637 casas de renta u hostales del municipio, representando 1900 habitaciones. La información necesaria para el cálculo de las potencialidades fue facilitada por los propietarios de estos hostales, los cuales se mostraron interesados por el tema de la investigación.

El objeto de estudio en el Consejo Popular Centro Histórico declarado es El Hostal La Lolita se encuentra ubicado en la avenida 52 No. 3711 entre 37 y 39, Centro Histórico, Cienfuegos y cuenta con 4 habitaciones. Al análisis del consumo de energía eléctrica en el período 2016 - 2017 se realizó un peimer estudio que tuvo su continuidad en el periodo 2018-2020; ambos peridos de analisis nostraron un consumo de energía eléctrica buena, sin embargo, con presencia de patrones por lo que se determina que los períodos de temporada baja y alta para este hostel, con consumo de electricidad entre los 800 kWh y 1080 kWh.

En el Consejo Popular Punta Gorda el objeto de estudio declarado fue el El Hostal Ángel e Isabel se encuentra ubicado en la calle 35 No. 24 entre litoral y 0, Punta Gorda, Cienfuegos y cuenta con 3 habitaciones. El cual tuvo un análisis inicial en el período 2015-2017, en análisis posterior del 2018 – 2020 se obtuvo resultados similares presentando variaciones notables debido a que como es una casa de renta existen meses donde la casa acoge mayor número

de extranjeros (temporada alta) y otros donde disminuye este número (temporada baja) por lo que el consumo de energía eléctrica fluctúa, donde se evidencia que el consumo del hostel tiende a estar en su mayoría entre los 800 kWh y 1100 kWh.

Enfatizándose los resultados alcanzados en la investigación de Rodríguez (2019), que se muestran en la tabla 3.5.

**Tabla 3.5**

*Resumen de la metodología para el diseño de edificios fotovoltaicos conectados en los CP de Punta Gorda y Centro Histórico.*

Consejo Popular	Punta Gorda	Centro Histórico
Hostal	Ángel e Isabel	La Lolita
Índice de Consumo/Irradiación	4.04 (enero)	4,37(noviembre)
Eficiencia del sistema ( $\eta$ )	12,80%	12,80%
Energía útil (E)	0.51712	0,55936
Superficie necesaria	120 m <sup>2</sup>	65 m <sup>2</sup>
Superficie propuesta por propietario	20 m <sup>2</sup>	30 m <sup>2</sup>
Propuesta 1	15 módulos	20 módulos
Propuesta 2	12 módulos	21 módulos
Angulo de inclinación ( $\alpha_{opt}$ )	19°	19°
Costo de los módulos	3 096 cuc	4 334,4 cuc
Energía generada (Ge)	5291 kWh	7408 kWh
% de ahorro anual	36%	65,82%
Equivalente en petróleo (t/año)	2,31	3,24
Ahorro por generación de energía (pesos/año)	1 077, 94	1 509,23
Ahorro por petróleo no consumido (USD/año)	1 150,77	1 614,07

Nota: Tomada de (Rodríguez S. , 2019)

En resumen en el caso del objeto de estudio del Consejo Popular Centro Histórico, el Hostal La Lolita la instalación de 21 módulos conectados con 3 ramales en paralelo compuestos por 7 paneles cada uno conectados en serie cuya vista superior se muestra en el Anexo 16 a un costo de 4 334,4 USD, pero ahorrando el 65,82% de la energía consumida del año siendo esto equivale a una reserva de 3,24 toneladas de petróleo al año ahorrándole al país 1 509,21 pesos anualmente por generación de energía eléctrica y un ahorro por petróleo no consumido de 1 614,07 USD.

En el objeto de estudio en el Consejo Popular Punta Gorda "Hostal Ángel e Isabel", el costo de los módulos es de 3 096 USD, pero estos ahorrarán un 36% de la energía consumida al año lo que equivale en petróleo una reserva de 2,31 toneladas, lo que monetariamente se traduce a 1 077, 94 pesos por generación de energía eléctrica cada año y un ahorro por petróleo no consumido de 1 150,77 USD.

Otras de las potencialidades de FRE en ambos Consejos Populares es el tratamiento de los RSU mediante el Tratamiento Mecánico-Biológico (TMB) determinado por (Rodríguez S. , 2019), el fin primordial es eliminar las contaminaciones a la atmósfera (biogás) y al subsuelo (lixiviados). El potencial riesgo de biogás para el cambio climático es veintiún veces más alto que el del dióxido de carbono y los residuos orgánicos recolectados separadamente se transfieren en abono para la agricultura. Los residuos tratados contienen una elevada concentración de materiales re-aprovechables para generar energía o el reciclaje.

La valorización energética es la estimación de los RSU potencialmente valorizado para la generación de la energía (ver Tabla 3.7), para el TMB se considera entre 5200 – 6000 kcal/kg es equivalente a 24. 28 MJ/kg (Rodríguez S. , 2019). Por lo que la valorización energética para los RSU orgánicos generados en los CP Centro Histórico y CP Punta Gorda en el año 2017 es la siguiente:

**Tabla 3.7**

*Valorización energética de los RSU orgánicos generados en el municipio de Cienfuegos en el año 2017.*

Valorización energética	UM	Valor
diaria	MJ	1 178 551,2
mensual	MJ	43 218 400
anual	MJ	518 620 800

Nota: Tomada de (Rodríguez S. , 2019)

El valor calorífico considera la obtención de biogás a través de los RSU orgánicos, es necesario mencionar que el biogás se utiliza para la cocción de alimentos, iluminación de naves y viviendas, quemado en calderas de procesos industriales, alimentación de motores de combustión interna de transporte, bombeo o generación de energía eléctrica (Rodríguez S. , 2019). Donde se plantea que el biogás tiene un valor calorífico entre 4700-5500 kcal/m<sup>3</sup> y 1m<sup>3</sup> de biogás es equivalente a 1,25 – 1,6 kW y a 0.7 kg de petróleo.

Para los RSU orgánicos generados en los CP objetos de estudio el valor calorífico se muestra en la Tabla 3.8.

**Tabla 3.8**

*Valor calorífico de los RSU orgánicos generados en el municipio de Cienfuegos en el año 2017.*

Período	RSU orgánicos (m <sup>3</sup> )	Valor calorífico para generación de energía eléctrica (kW)		Valor calorífico equivalente a petróleo (kg)	Valor calorífico equivalente a petróleo (ton)
		mínimo	máximo		
día	356,7	445,875	570,72	249,69	0,24969
mes	13 079	16 348,75	20 926,4	9 155,3	9,1553
año	15 6948	196 185	251 116,8	109 863,6	109,8636

Fuente: Tomada de (Rodríguez S. , 2019)

Esta tecnología posibilita un ahorro al país, representando al año 196,185 MW a 251,1168 MW, lo que equivale en petróleo una reserva de 109,8636 toneladas y a nivel monetario teniendo en consideración que el costo total del MWh entregado en el año 2016 de 203,73 pesos/ MWh según la OBE representando un rango de ahorro entre 51 160,03 - 39 968,77 pesos por generación de energía eléctrica y un ahorro por petróleo no consumido de 54 730,25 USD, los RSU son la potencialidad energética en el desarrollo del municipio de Cienfuegos desde los CP mayores generadores.

Por lo cual es necesario una cooperación energética ambiental entre los diferentes sectores de la economía, el sector privado y el sector residencial. En la actualidad Cementos Cienfuegos utiliza residuos de industrias para la generación de energía para sus procesos, así como la Empresa de Materia Prima a lo cual previa clasificación de los RSU se pueden incorporar los residuos inorgánicos se pueden incorporar mediante el modelo de la 10R de la EC. En cuanto a los residuos orgánicos su clasificación permite incorporarlos a la producción de alimentos.

### **3.4.2 Gestión de proyectos enfocados al desarrollo local que incluyan energía, medio ambiente y economía circular**

La incorporación de la GEL y su actualización como SGELEC desde Línea de Actuación Estratégica 5 Desarrollo energético y cuidado del medio ambiente de la EDESM, ha propiciado la incorporación de proyectos 17 enfocados al desarrollo local que incluyen gestión de la

energía, eficiencia energética, desarrollo de FRE, desarrollo sostenible, cambio climático y la economía circular (Anexo 18), es necesario mencionar que es imprescindible la incorporación de nuevos proyectos pues en el 2023 concluyen la mayoría de los que se están ejecutando en el territorio.

Otra de las necesidades del territorio para la incorporación de la EC en los sectores de la economía es la formación de profesionales en aras de contribuir a la prevención y manejo de residuos, diseño ecológico, reutilización de materiales y productos, reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, mejorar la seguridad de suministro de materias primas entre ellas los energéticos para un país con recursos limitados, estimulando la competitividad, la innovación y el crecimiento económico basado en el desarrollo sostenible. Por lo que se debe trazar una Estrategia para la transición hacia una EC.

Dada por la demanda de especialistas desde la ingeniería y otras ocupaciones afines con el perfil y que se desempeñan en organizaciones productivas, de servicios y gubernamentales que se enfrentan a las exigencias del entorno, donde se hace necesario la inserción de estas organizaciones con el empleo de la ciencia y la innovación en aras de alcanzar el desarrollo sostenible desde el nivel local hasta el nacional cerrando ciclos de vida de productos y servicios, estudios de formación posgraduada en Maestría en Ingeniería de Economía Circular (MIEC).

La necesidad de la MIEC está dada por la demanda de especialistas en todos los sectores de la economía e instituciones gubernamentales, y que se enfrentan a las exigencias del entorno; por lo que constituye una necesidad la inserción en estas organizaciones del modelo de EC, con el empleo de la ciencia y la innovación en aras de alcanzar el desarrollo sostenible desde el nivel local hasta el nacional cerrando así ciclos de vida de productos y servicios. En la provincia existe un potencial 2 738 de profesionales graduados en los últimos cuatro años, de ellos en la Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez" (UCf) ascienden a 1050 graduados en Ciencias Técnicas, Ciencias Agropecuarias, Ciencias Económicas y Ciencias Sociales y Humanísticas; sumado a ello los graduados en estas ramas de la ciencia en otras universidades de país que retornan al territorio al culminar estudios de pregrado y otros graduados que por puesto de trabajo que ocupan ameriten de esta formación posgraduada. El programa de MIEC constituye un espacio de desarrollo del claustro propio de la Facultad de Ingeniería y de la UCf, así como una cantera para los programas de doctorados: (1) Doctorado en Tecnología Energéticas e Industriales Sostenibles y (2) Doctorado Desarrollo Local y Territorial.

### **3.4.3 Sistema de información del SGELEC**

El sistema de información del SGELEC se basa en los indicadores declarados por (Guerrero, 2023) para la Línea de Actuación Estratégica 5 Desarrollo energético y cuidado del medio ambiente, la ficha de estos indicadores se muestra en el anexo 17, previa adaptación según las posibilidades de obtención de datos e información.

### **3.5 Conclusiones parciales**

1.- El primer acercamiento de la GEL a partir del modelo de EC, aplicado a los CP, lo hace Sánchez Treto, que aplica un diagnóstico desde la perspectiva de la EC en el Casco Histórico de la provincia de Cienfuegos para una mayor eficiencia del territorio, y presenta un plan de mejora para su implementación que contribuya al desarrollo social del territorio.

2.- La incorporación al sistema de GEL del modelo de EC, al municipio de Cienfuegos, es factible dado a que es un modelo que contempla los temas relacionados con la Eficiencia energética, la FRE y el Cambio climático, siendo su fase de incorporación el modelo de las 10R.

3.- Al aplicar el SGELEC, a los CP de Centro Histórico y Punta Gorda se evidencia desde el punto de vista energético, que son los más consumidores de energía eléctrica con una tendencia al aumento, aunque la presencia de fuentes convencionales y FRE para la generación de energía eléctrica es poco significativa, sin embargo, la mayoría de los problemas ambientales que existen en el municipio están relacionados a estos CP.

4.- Los problemas ambientales que están relacionados con el manejo de los RSU, de los CP Centro Histórico y Punta Gorda, constituyen una potencialidad al garantizar que estos RSU a partir de clasificación en orgánicos e inorgánicos puedan ser incorporados a otros sectores de la economía.

## **Conclusiones generales**

1- La GEL, es de vital importancia para administrar y controlar los consumos energéticos de los municipios, el tratamiento del agua y los residuos sólidos urbanos, encaminado a la mejora de la gestión pública local; la incorporación de la EC como modelo busca el desarrollo sostenible, proponiendo diferentes estrategias, y herramientas para la cadena de producción y el uso de los productos, recursos energéticos y servicios.

2.- La incorporación al sistema de GEL del modelo de EC, al municipio de Cienfuegos, es factible dado a que es un modelo que contempla los temas relacionados con la Eficiencia energética, la FRE y el cambio climático, siendo su fase de incorporación el modelo de las 10R.

3.- Al aplicar el SGELEC, a los CP de Centro Histórico y Punta Gorda se evidencia desde el punto de vista energético, que son los más consumidores de energía eléctrica con una tendencia al aumento, con poca presencia de fuentes convencionales y FRE para la generación de energía eléctrica; sin embargo con una gran potencialidad para la instalaciones de paneles solares fotovoltaico en el sector residencial por la tipología de las viviendas, además que los problemas ambientales se convierten en una potencialidad a partir de poder incorporar los RSU en sectores de la economía mediante un adecuado manejo.

**Recomendaciones**

Continuar con los estudios, para la aplicación de la Gestión Energética Local basado en el modelo de Economía Circular en todos los Consejos Populares del municipio.

## Bibliografía

- Acciona. (2018). *Política de Economía Circular*. <https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=POL%C3%8DTICADE+ECONOM%C3%8DA+CIRCULAR+ACCIONA>.
- ACODEA. (2019). *Calculadora de Indicador de Circularidad*. . <https://acodea.solidforest.com/>.
- Acosta, Y. (2010). *ESTRATEGIA CURRICULAR PARA LA FORMACIÓN AMBIENTAL EN LA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS*. (TESIS DE MASTER).Universidad de Cienfuegos.
- Acosta, Y. (2018). Estrategia curricular de formación ambiental para la carrera de Ingeniería Mecánica. Cienfuegos: *Universidad y Sociedad*, 10(4), 192-198. Recuperado de <http://rus.ucf.edu>.
- Adondado, J. (2019). *Esta publicación fue realizada para Colombia Productiva*.
- Agudelo, N. (2020). *Economía CIRCULAR una solución al impacto ambiental*.
- Aguero, O. (2016). *Procedimiento para el diagnóstico energético de los municipios. Caso de estudio municipio de Cienfuegos, Consejos Populares, Cen y rancho Luna. (Trabajo de diploma) Universidad de Cienfuegos*.
- Alonso Alemán, A., & Bell Heredia, R. (2013). *Desarrollo territorial a escala local*. Editorial UH.
- Anglin, R. (2011). *Promoting sustainable local and community economic development*. American Society for Public Administration, Series in Public Administration and Public Policy. Taylor & Francis Group.
- Antunes, P., Carreira, P., & da Silva, M. (2014). *Towards an energy management maturity model 73*.
- Arencibia, A. (2014). *La gestión del conocimiento en energía para municipios cubanos*.
- Armas, M. L. (2022). *Ruta turística: Punta Gorda esencia y encanto de una ciudad patrimonial moderna*. Cienfuegos.
- Arroyo Morocho, F. (2018). *La Economía Circular Como Factor De Desarrollo Sustentable Del Sector Productivo*. . INNOVA Research Journal, 78-98. <https://doi.org/10.33890/innova.v3.n12.2018.786>.

- Aureliano, G. (2016). *Procedimiento para el diagnóstico energético en los municipios. Caso de estudio municipio de Cienfuegos, Consejos Populares Buena Vista, Tulipán y La Barrera. Trabajo de Diploma Universidad de Cienfuegos.*
- Balboa, C., & Domínguez, M. (2014). Circular economy as an ecodesign framework: The ECO III model. *Informador Técnico*, 78(1), 82. <https://doi.org/10.23850/22565035.71>.
- Baleta, J. (2019). Integration of energy, water and environmental systems for a sustainable development. *Journal of Cleaner Production*, 1424-1436.
- Bazilian, M., Outhred, H., Alan Miller, A., & Kimble, M. (2010). *Opinion: An energy policy approach to climate change. Energy for Sustainable Development*, 14, pp 253–255.
- Bencomo, O. (2019). *La Economía circular una alternativa sostenible para el desarrollo de la agricultura.*
- Bhattacharyya, S. (2012). *Energy access programmes and sustainable development: A critical review and analysis. Energy for Sustainable Development.*
- Bilgili, F., & Ozturk, I. (2015). *Biomass energy and economic growth nexus in G7 countries: evidence from dynamic panel data. Renew. Sustain.*
- Bird, S. (2014). *Distributed (green) data centers: A new concept for energy, computing, and telecommunications. Energy for Sustainable Development,*.
- Boffill, S. (2010). *Modelo General para contribuir al desarrollo local, basado en el Conocimiento y la Innovación. Caso Yaguajay. (Tesis doctoral).Universidad "Camilo Cienfuegos". Matanzas. Repositorio de Tesis Doctorales.*
- Boffill, S. (2015). *Gestión del Gobierno local con apoyo en el conocimiento y la innovación. Yaguajay, Cuba.*
- Borroto, A. (2006). *Gestión y economía energética. Universo Sur.*
- Cabello, J. (2012). An approach to sustainable development: the case of Cuba. *Environment development and sustainability*, 4(4), pp 573- 591.
- Cabello, J. (2014). Comparative study of the urban quality of life in Cuban first-level cities from an objective dimension. *Environment development and Sustainability*, 16,(1); pp 195-215.

- Cabello, J. (2014). *Comparative study of the urban quality of life in Cuban first-level cities from an objective dimension*. *Environment development and Sustainability*, 16,(1); pp 195–215. 10.1007/s10668-013-9470-0.
- Calvillo, C., Sánchez, A., & Villar, J. (2016). *Energy management and planning in smart cities*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 55, pp 273-287.
- Caño, M. (2004). *Cuba, desarrollo local en los 90*. *Desarrollo Humano Local*. UNESCO de desarrollo sostenible.
- Carmona, A., Cordero, D., & García, D. (2020). *La actividad del servidor público en las comunidades de la provincia Ciego de Ávila*.
- Casey, K. (2018). *Skill versus voice in local development*.
- CEEI. (2021). *Autodiagnóstico Medición Sostenibilidad en las Organizaciones—Formularios | CEEI Valencia | EmprenemJunts*. <https://ceeivalencia.emprenemjunts.es/?op=65&n=883>.
- Ceglia, F., Esposito, P., & Sasso, M. (2019). *Smart energy community and collective awareness: a systematic scientific and normative review*. Proceeding of 12th Annual Conference of the EuroMed Academy of Business.
- Ceglia, F., Esposito, P., Marrasso, E., & Sasso, M. (2020). From Smart Energy Community to Smart Energy Municipalities: literature review, agendas and pathways. *Journal of Cleaner Production*.
- CEPAL, C. E. (2014). *La hora de la igualdad*. Publicación de Naciones Unidas LC/6.2603.
- CircularTRANS. (2020). *Proceso para transitar hacia la economía circular*. <https://www.mondragon.edu/circulartrans/es/login>.
- Colombo, E., Stefano Bologna, S., & Masera, D. (2013). *Renewable Energy for Unleashing Sustainable Development*. Springer International Publishing Switzerland.
- Consejo De Estado, C. (2019). *Decreto-Ley No. 345 (GOC-2019-1063-095) Del desarrollo de las fuentes renovables y el uso eficiente de la energía*. Gaceta Oficial de la República de Cuba, Ministerio de Justicia, No 95, pp 2123-2128. <http://www.gacetaoficial.gob.cu>.
- Constanza, L. (2021). *Análisis del desarrollo de la economía circular aplicada al uso de envases para alimentos y bebidas en Colombia*.

<https://www.google.com/search?client=firefoxbd&q=An%C3%A1lisis+del+desarrollo+de+la+econom%C3%ADa+circular+aplicada+al+uso>.

Correa, J. (2014). *Diseño y aplicación de un procedimiento para la planificación energética según NC-ISO 50001:2011*.

Correa, J. (2016). *Diagnóstico al consumo de energía eléctrica en el municipio de Cienfuegos: Sector residencial. (Ponencia). Memoria del Evento Científico. Conferencia Científica Internacional, Cienfuegos, Cuba*.

Correa, J. (2018). Municipal Energy Management Model for Cuban First Level Municipalities. *Journal of Engineering Science and Technology Review*.

Correa, J. (2021). Balance energético como elemento de la gestión de gobierno local en Cuba: caso estudio municipio de Cienfuegos. *Revista Universidad y Sociedad, 13(1)*.

Correa, J., González, S., & Hernández, A. (2017). La gestión energética local: elemento del desarrollo sostenible en Cuba. *Revista Universidad y Sociedad, 9(2)*, pp 59-67. <http://rus.ucf.edu.cu/index.php/ru>.

Cortés Martínez, R., Font Prieur, D. Y., & Lobelles Sardiñas, G. O. (2020). *Evaluación de la Sostenibilidad del fraccionamiento de gases de Refinería Cienfuegos SA mediante el análisis emergético*.

Cuba. Asamblea Nacional Poder Popular, (ANPP), (2019). Constitución de la República. (GOC-2019-406-EX5). pp 69-103.

De la Peña, G. (2012). *Propuesta de un sistema para evaluar el manejo de los residuos sólidos en la ciudad de Cienfuegos*. Universidad de Cienfuegos.

Denis, R. (2022). *INVENTARIO Y EVALUACIÓN DE LAS FORMAS NO ESTATAL DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS GASTRONÓMICOS DE LA ZONA DE PUNTA GORDA EN CIENFUEGOS*. Cienfuegos.

Díaz-Canel, M. (2021). *SISTEMA DE GESTIÓN DEL GOBIERNO BASADO EN CIENCIA E INNOVACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN CUBA*. (TESIS PRESENTADA EN OPCIÓN AL GRADO CIENTÍFICO DE DOCTOR EN CIENCIAS TÉCNICAS). Santa Clara.

- Draw, J. (2012). *Energy Efficiency Strategies for Municipal Wastewater Treatment Facilities. Technical Report U.S.* . Department of Energy, Office of Energy Efficiency & Renewable Energy, operated by the Alliance for Sustainable Energy, LLC.
- EEEEC, E. E. (2020). *Estrategia Española de Economía Circular, España Circular 2030. Gobierno de España.*
- Ellen MacArthur Foundation. (2015). *Hacia una economía circular: Motivos económicos para una transición acelerada.* [https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Executive\\_summary\\_SP.pdf](https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Executive_summary_SP.pdf).
- European Environment Agency. (2016). *Circular economy in Europe: Developing the knowledge base.* . Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2800/51444>.
- EUROSTAT. (2021). *Indicators—Circular economy—Eurostat.* . EUROSTAT. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/circular-economy/indicators>.
- Falappa, M., Vazques, M., & Mendoza, M. (2019). *De una Economía Lineal a una Circular, en el siglo XXI. Análisis realizado en la sociedad mendocina, 2019.* . In ediunc. bdigital. uncu. edu. ar: <https://ediunc.bdigital.uncu....>
- FEMP, F. E. (2011). *Eficiencia energética en dependencias municipales.* Editor Federación Española de Municipios y Provincias.
- Fernández, A., & Núñez, J. (2020). *Creación de capacidades y desarrollo local : El papel de los centros universitarios municipales.* Universitaria Félix Varela.
- García Heredia, E. (2023). *Sistema de Gestión Energético Local basado en el modelo de Economía Circular para el municipio de Cienfuegos.*
- García, M. (2016). Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos 2016-2017: Hacia el gran reto de convertir los residuos en recursos. *CIC: publicación mensual sobre arquitectura y construcción*, 527, 18-21.
- Gómez, M. (2021). Pronóstico de la generación eléctrica de sistemas fotovoltaicos. Un inicio en cuba desde la universidad. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(1), pp 253-265.
- González, A. (2006). *La Red Nacional de Gestión del Conocimiento de Energía (REDENERG) y la Gestión del Capital Intelectual para la solución a los problemas energéticos en Cuba.*

- González, A. (2016). *Diseño de un parque solar fotovoltaico conectado a la red en techos del Despacho Provincial de Villa Clara* (Tesis De Maestría). Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas, Santa Clara.
- González, A., & Samper, Y. (2005). *Iniciativa municipal para el desarrollo local: una propuesta novedosa*. Academia.
- González, A., Arencibia, A., & Saunders, A. (2013). Red Nacional de Gestión del Conocimiento de la Energía: espacio colaborativo para la solución de problemas vinculados con la gestión de la información de la energía en Cuba. *Ciencias de la Información*, 44(1), pp 11-28.
- Guerrero, A. (2023). *INDICADORES PARA MEDIR EL DESEMPEÑO DE LA LÍNEA DE ACTUACIÓN ESTRATÉGICA DESARROLLO ENERGÉTICO Y CUIDADO DEL MEDIO AMBIENTE EN EL MUNICIPIO DE CIENFUEGOS*. (En opción al grado de Máster en Administración de Negocios. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Departamento de Estudios Económicos. Programa de Maestría en Administración de Negocios).
- Guillén Royo, M. (2016). *Sustainability and Wellbeing Human Scale Development in Practice*. Taylor & Francis Group.
- Gupta, J., & Vegelin, C. (2016). *Sustainable development goals and inclusive development*. *Int Environ Agreements*.
- Gupta, J., & Vegelin, C. (2016). Sustainable development goals and inclusive development. *Int Environ Agreements*, 16, 433-448.
- Gupta, J., Pouw, N., & Ros-Tonen, M. (2015). *Towards an Elaborated Theory of nclusive Development*. *European Journal of Development Research*.
- Guzón, A. (2005). *Desarrollo Local en Cuba. Retos y perspectivas*. Academia.
- Guzón, A. (2005). *Desarrollo Local en Cuba. Retos y perspectivas*. Academia
- Guzón, A. (2016). *Guía Metodologica para la Estrategia de Desarrollo. Gobierno Municipal Cienfuegos, Cuba*.
- Guzón, A. (2020). *Por eso, ahora más que nunca, desarrollo local*. Boletín especial PADIT.

- Guzón, A., & Hernández, R. (2015). *A propósito del desarrollo local. ¿Qué municipio queremos?. Respuestas para Cuba en clave de descentralización y desarrollo local*. Editorial UH.
- Harjanne, A., & Korhonen, J. (2019). *Abandoning the concept of renewable energy*.
- Huang, Z. (2017). *Planning community energy system in the industry 4.0 era: Achievements, challenges and a potential solution*.
- ICLEI. (2011). *Local Government for Sustainability. The contribution of ICT to energy efficiency: Local and regional initiatives*. Regional Environmental Centre.
- Iglesias Pérez, M., & Jiménez Guethón, R. (2017). Desarrollo local y participación social. ¿De qué estamos hablando?. *Revista Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América*.
- Inèdit. (2020). *Inèdit-Autoevalúate*. La herramienta de autoevaluación gratuita de inèdit pone a tu alcance el conocimiento de más de 10 años de los mejores expertos en economía circular. <https://circular.ineditinnova.com/index/es>.
- Iñiguez, L., & Ravenet, M. (2005). *Heterogeneidad territorial y desarrollo local. Reflexiones sobre el contexto cubano. Desarrollo Local en Cuba. Retos y perspectivas*. Academia.
- International Association of Scientific Experts in Tourism (AIEST), (1991). *41 Congress of the International Association of Scientific Experts in Tourism. Quality Tourism - Concept of a Sustainable Tourism Development, Harmonizing Economical, Social and Ecological Interests. Mahé (Seychelles)*.
- ISO. (2011). *Sistemas de gestión de la energía. Requisitos con orientación para su uso. ISO 50001: 2011*.
- Jaccard, M., Failing, L., & Berry, T. (1997). *From equipment to infrastructure: community energy management and greenhouse gas emission reduction*.
- Kumar, A. (2017). *A review of multi criteria decision making (MCDM) towards sustainable renewable energy development*.
- Kuzemko, C., & Britton, J. (2020). Policy, politics and materiality across scales: A framework for understanding local government sustainable energy capacity applied in England. *Energy Research & Social Science*, 62 .

- Lazo, C. (2002). *Modelo de Dirección del Desarrollo Local (MDDL) con enfoque estratégico. Experiencia en Pinar del Río*. (Tesis doctoral). Repositorio de Tesis Doctorales Tribunal de Ingeniería Industrial Universidad de La Habana..
- León Segura, C., & Miranda Valladares, L. (2006). *Economía regional y desarrollo*. Félix Varela.
- Lim, E. (2012). *Smart Energy Management for Small Municipalities. Strategic Energy Innovations*.
- Lobato, I. (2017). *Economía Circular de la «Eco-Obligación» a la «Eco-Oportunidad»*. España: Autopublicaciones Tagus. <https://www.miteco.gob.es/gl> ....
- Macías, R. (2015). *Procedimiento para el desarrollo de la gestión del conocimiento en empresas cubanas de alta tecnología*. (Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias Técnicas). Villa Clara.
- Mangla, S. (2020). *A step to clean energy - Sustainability in energy system management in an emerging economy context*. Journal of Cleaner Production.
- Mangla, S. (2020). *A step to clean energy - Sustainability in energy system management in an emerging economy context*. *Journal of Cleaner Production*, 242, pp 1-12.
- Martínez, Y., & Vargas, M. (2017). *Economía Circular y Desarrollo Sostenible: Retos y Oportunidades de la Ingeniería Ambiental* [PhD Thesis]. Universidad Estatal de Milagro Milagro.
- Mateo Rodríguez, J. (2012). *La dimensión espacial del desarrollo sostenible: una visión desde América Latina*. Científico -Técnica.
- Milán García, J. (2019). *Sustainable Local Development: An Overview of the State of Knowledge*.
- Milán García, J. (2019). *Sustainable Local Development: An Overview of the State of Knowledge*. Resources.
- Molina, A. (2022). *Aplicación de la Economía Circular en la elaboración del Queso Cumanayagua, en la Empresa de Productos Lácteos Escambray*. Cienfuegos.
- Monteagudo, J. (2013). Sistema de gestión energética municipal. Caso Cienfuegos. Nueva empresa. Cienfuegos. *Revista Cubana de gestión empresarial*, 9(3), pp 46-55.

- Murray, A. (2017). The Circular Economy: An Interdisciplinary Exploration of the Concept and Application in a Global Context. *Journal of Business Ethics*, 140(3), 369-380. <https://doi.org/10.1007/s10551-015-2693-2>.
- Neves, A., Leal, V., & Lourenço, J. (2015). *A methodology for sustainable and inclusive local energy planning*. Sustainable cities and society.
- Oficina Nacional de Estadística, (ONEI). (2016). *Anuario estadístico de Cuba (Edición 2016)*. Oficina Nacional de Estadística .
- ONEI. (2018). *Anuario estadístico de Cuba (Edición 2018)*. Oficina Nacional de Estadística .
- ONEI. (2021). *Anuario estadístico de Cuba (Edición 2021)*. Oficina Nacional de Estadística .
- ONEI. (2022). *Anuario estadístico de Cuba (Edición 2022)*. Oficina Nacional de Estadística.
- Organización de las Naciones Unidas, (ONU). (2002). *Declaración de Johannesburgo sobre el Desarrollo Sostenible*. (A/CONF.199/L.6/REV.2).
- ONU. (2023). *Informe de los objetivos de Desarrollo Sostenible: Por un plan de rescate para las personas y el planeta*.
- ONU, A. G. (2015/b/). *Proyecto de resolución remitido a la cumbre de las Naciones Unidas para la aprobación de la agenda para el desarrollo después de 2015 por la Asamblea General en su sexagésimo noveno período de sesiones. Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030* .
- Páez, S. (2017). *Economía Circular en Chile: Alcances, problemas y desafíos en la gestión de la ley REP*. <https://docplayer.es/94038761-Economia-circular-en-chile-alcances-problemas-y-desafios-en-la-gestion-de-la-ley-rep.html>.
- Cuba. Partido Comunista de Cuba, PCC. (2017). *Documentos del 7mo. Congreso de Partido aprobados por el III Pleno del Comité Central del PCC el 18 de mayo de 2017 y respaldados por la Asamblea Nacional del Poder Popular el 1 de junio de 2017*. Tabloides I y II. Cuba.
- Pérez. (2019). *Economía Circular y sus modelos de negocio*. . OBS Business School. <https://www.obsbusiness.school/actualidad/noticias/economia-circular-y-sus-modelos-de-negocio>.
- Pérez García, A., & Torres Valdés, R. (2019). *Las agencias de empleo y desarrollo local, y el uso de las redes sociales en la promoción turística relacional*.

- Pérez, A. (2019). Las agencias de empleo y desarrollo local, y el uso de las redes sociales en la promoción turística relacional. *Innovar*, 29(72), pp 77-88.
- Pike, A., Rodríguez Pose, A., & Tomaney, J. (2006). *Local and Regional Development*. Taylor & Francis e-Library.
- Pino, J. (2008). *Desarrollo Local y su investigación*. Cienfuegos: Monografía.Universidad "Carlos Rafael Rodríguez".
- Pino, J., & Becerra, F. (2003). Evolución del concepto de desarrollo e implicaciones en el ámbito territorial; experiencia desde Cuba. *Revista Economía, Sociedad y Territorio*, V(17).
- PNDU, C. (2019). *Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social (PNDES 2030)*.
- Pollifroni, M. (2011). *Environmental Sustainability and Social Responsibility: a theoretical proposal for an accounting evaluation*.
- Ramírez, Z. (2022). *INVENTARIO Y EVALUACIÓN DE LAS FORMAS NO ESTATALES DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS GASTRONÓMICOS DEL CENTRO HISTÓRICO URBANO DE CIENFUEGOS*.
- Rodríguez, M. (2011). *La ordenación y la planificación de las fuentes renovables de energía en la Isla de Cuba desde una perspectiva territorial. Estudio de caso en el municipio de Guamá a partir de un Geoportal*", (Tesis doctoral). Universidad Pablo de Olavide.
- Rodríguez, S. (2016). *Procedimiento para el diagnóstico energético en los municipios. Caso de estudio en el municipio de Cienfuegos, Consejos Populares de Punta Gorda y Junco Sur*. Cienfuegos.
- Rodríguez, S. (2019). *Integración de las potencialidades energéticas al desarrollo local del municipio de Cienfuegos*. (Tesis Maestría).Universidad de Cienfuegos.
- Rojas, R. (2014). *Energía en Cuba: iniciativa local y gestión no estatal para fuentes renovables*. Progreso Semanal.
- Sacyr. (2021). *POLÍTICA DE ECONOMÍA CIRCULAR*.
- Sánchez, C. (2022). *Análisis del Casco Histórico de la provincia de Cienfuegos desde la perspectiva de la Economía Circular*.

- Schwartz, H. (2014). *A Review of "Beyond Smart Cities: How Cities Network, Learn and Innovate"*. Routledge, Taylor & Francis Group.
- Sovacool, B. (2013). Confronting energy poverty behind the bamboo curtain: A review of challenges and solutions for Myanmar (Burma). *Energy for Sustainable Development*, 17.
- St. Denis, G., & Parker, P. (2009). *Community energy planning in Canada: The role of renewable energy*. Renewable and Sustainable Energy Reviews.
- Striker, P. (2010). Bringing social justice back in: Cuba revitalizes sustainable development. . *Local Environment*, 15(2), 185–197.
- TECNUN. (2021). *DIAGNÓSTICO. economiacircular.* .  
<https://economiacircular.wixsite.com/economiacircular/cuestionario>.
- Torres Páez, C. (2015). Modelo para la gestión de políticas territoriales de desarrollo local a escala territorial. *Revista Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*, 1-7.
- U.S. (2008). *Ensuring a Sustainable Future: An Energy Management Guidebook for Wastewater and Water Utilities Environmental Protection Agency (EPA) and Global Environment and Technology Foundation*.
- Unidas, N. (2023). *Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible*.
- Valls-Val, K., & Ibáñez-Forés, V. (2021). *Medición de la circularidad en organizaciones: Revisión de herramientas y caso de aplicación*.
- Van Wie, L. (2003). *Market Leadership by Example: Government Sector Energy Efficiency in Developing Countries*. Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE).
- Vázquez Barquero, A. (1988). *Desarrollo local. Una estrategia de creación de empleo*.
- Wang, Y., Ni, Z., Chen, S., & Xia, B. (2019). *Microclimate regulation and energy saving potential from different urban green infrastructures in a subtropical city*. Journal. Cleaner.
- Wene, C., & Rydén, B. (1988). *A comprehensive energy model in the municipal energy planning process*. Mathematical and Computer Modelling,.
- Zia, H., & Deyadas, V. (2007). Energy management in Lucknow city. *Energy Policy*, 35.

# **ANEXOS**

**Anexo 1.** Implementación de la gestión energética local. Nota: Tomada de (Correa, 2021)

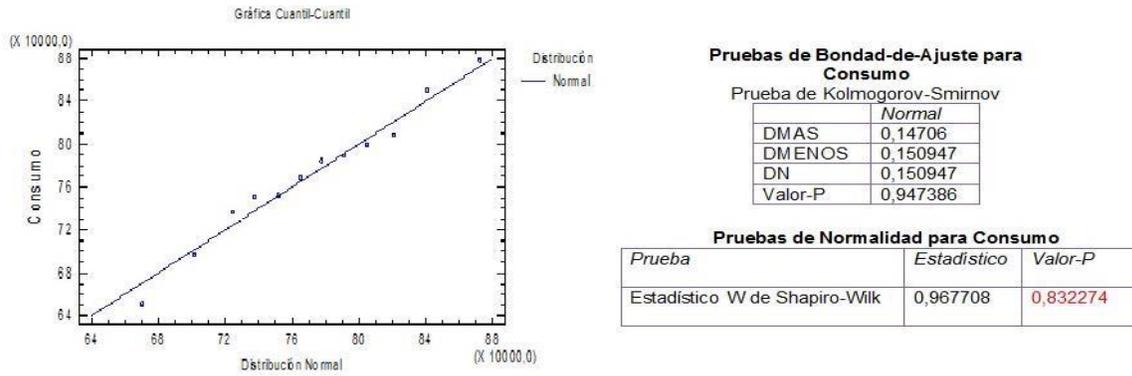
<b>Año</b>	<b>País</b>	<b>Municipio/ Ciudad</b>	<b>Caso de gestión energética local</b>
1988	Suecia	Jönköping y Nässjö	Modelo para la planificación energética en los municipios (Wene y Rydén, 1988).
1997	Alemania	Ciudad Würzburg Heidingsfeld	Modelo de optimización energético regional y municipal (DEECO) (Bruckner, Groscurth y Kümmel 1997).
1998	Italia	Palermo	Herramientas para la planificación energética municipal (Butera, 1998).
1999	Austria	Carinthia	Indicadores para la integración de fuentes de energía alternativa (Wohlgemuth, 1999).
2000	Suecia	Ciudad de Linköping	Modelo de optimización del sistema energético (MODEST) (Sundberg y Karlsson, 2000)
2004			Modelo de programación mixed integer linear para el análisis del sistema energético (Rolfman, 2004).
2004	Inglaterra y Gales	22 ciudades	Experiencias en la gestión de las emisiones de gases de efecto invernadero a partir de la gestión energética local (Fleming y Webber 2004).
2006	España	cinco municipios de la provincia de Jaén	Planes de Optimización municipal (POES) (García, 2006).
2007	Suecia	Ciudad de Lucknow	Modelo de gestión de la energía para la energía (Zia y Deyadas, 2007).
2009	Suecia	13 municipios de la provincia de Ostergötland	Método de planificación energética municipal (Inver, 2009).
2009	Canadá	diez localidades	Modelo para la gestión energética municipal desarrollado por la Alianza Ártica en Canadá (St Denis y Parker, 2009).
2010	España	Madrid	Estrategia local, aplicada en el Ayuntamiento Rivas-Vaciamadrid de Madrid. (BOCM, 2010).
2010	Canadá	Región Toronto-Niágara Waterloo	Modelo para el desarrollo de un sistema de planificación energética municipal (Lin y Huang., 2010).
	China	Hohhot	
2010	Estados Unidos de América	Boston	Metodología para el desarrollo de indicadores de sostenibilidad energética para la planificación energética local (Neves y Leal, 2010).
	Portugal	14 municipios	
2011	China	Beijing	Método para la planificación del sistema energético municipal (Zhu et al., 2011).
2011	Dinamarca	todos los municipios	Estrategia de planificación energética municipal (Sperling, Hvelplund y Mathiesen 2011).
2012	Italia	12 municipios	Metodología para la planificación energética municipal (Brandoni y Polonara, 2012).
2015	China	Shanghai	Método y herramientas para la planificación energética de la comunidad (Huang et al., 2015).

2016	Alemania	ciudad de Saxon en Jühnde	Villa bioenergética (Capener, Simcock y Willis, 2016; Ceglia et al., 2020)
2016	Dinamarca	ciudad de Middlegrunden	Cooperación eólica (Capener, Simcock y Willis, 2016; Ceglia et al., 2020)
2016	Japón	área de Yahata Higashida, (Kitakyushu)	Cooperativa civil e industrial (Gao et al, 2018; Ceglia et al., 2020).
2016	Grecia	isla de Sifnos	Wave Cooperativa isla solar, eólica y maremotriz (Katsaprakakis y Voumvoulakis, 2018; Ceglia et al., 2020)
2016	Lutiania	-----	Sistema de gestion de la energía según la ISO 50001: 2011. (Beihmanis y Rosa, 2016)
2016	Suecia	cinco municipios	Factores de influencia en la planificación climática y energética (Fenton et al., 2016).
2016	Suiza	Chelworth y Braydon Manor	Comunidad vida salvaje solar (Capener, Simcock y Willis, 2016; Ceglia et al., 2020)
2017	Dinamarca	Sønderborg	Modelo para el suministro de energía con baja emisión de dióxido de carbono (CO2) (Sveinbjörnsson et al., 2017).
		comunidad urbana de Nordhavn, isla de Samsø	Sistema integrado energético (Wang et al., 2017; Jantzen, Kristensen y Haunstrup, 2018; Ceglia et al., 2020).
2017	España	Vallfogona y Cataluña	Funcionamiento de la gestión energética municipal durante la conexión y desconexión de una pequeña red rural (Girbau et al., 2017).
2018	Alemania	todos los municipios	Herramientas para la integración multi-modal del sistema energético municipal (Scheller et al., 2018).
2018	Japón	Osaka	Hogares colectivos (Kim, Brouwer y Kearney, 2018; Ceglia et al., 2020).
		ciudad de Yokohama	Comunidad residencial (Shinkawa, 2018; Ceglia et al., 2020).
		comunidad de Waita (Kyushu)	Comunidad geotermal (Suwa y Sando, 2018; Ceglia et al., 2020).
2018	Italia	Ancona	Comunidad hoja Loccioni (Biloslavo, Bagnoli y Edgar, 2018; Ceglia et al., 2020).
2018	Suecia	-----	Planificación estratégica energética municipal (Wretling et al., 2018)
2019	Alemania	todos los municipios	Cooperativas energéticas como participación ciudadana en la gestión energética (Schmid et al., 2020).
	Suiza		
2019	Italia	Berchidda	Planificación de la producción de energía y gestión de los recursos energéticos locales (Giordano, Pilo y Rosetti, 2020).
2020	Austria	-----	Diseño y operación del sistema energético municipal con aplicación de la exergía acumulativa (Kriechbaum y Kienberger, 2020).
2020	China	Shanghai	Guía para la planeación energética local (Yu et al., 2020).
2020	Inglaterra	-----	Marco para la comprensión de la energía sostenible por el gobierno local (Kuzemko y Britton, 2020).
2020	Italia	Riva Trigoso	Introducción de las tecnologías de fuentes renovables de energía en el proceso de planificación energética (Abda et al., 2020).

**Anexo 2:** Análisis energético para el CP Punta Gorda. Nota: Tomado de (Rodríguez S. , 2016).

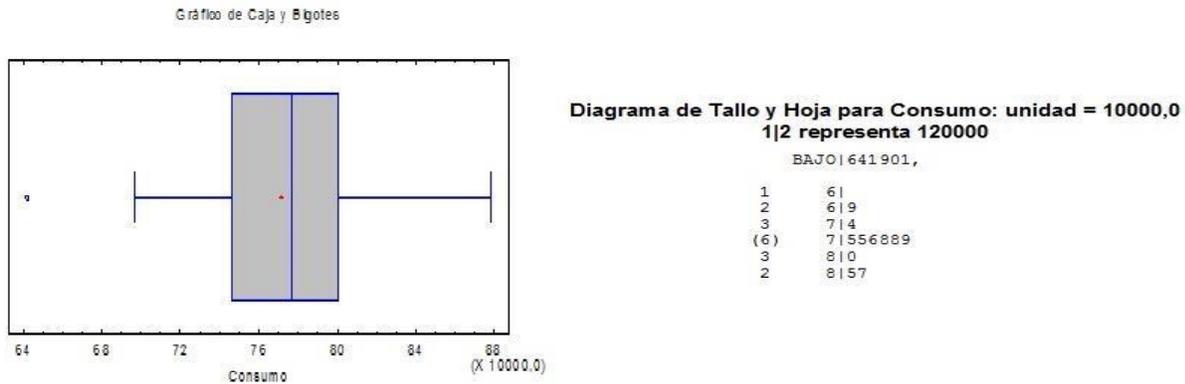
**Figura 1**

*Pruebas de normalidad para el consumo de energía eléctrica de Punta Gorda*



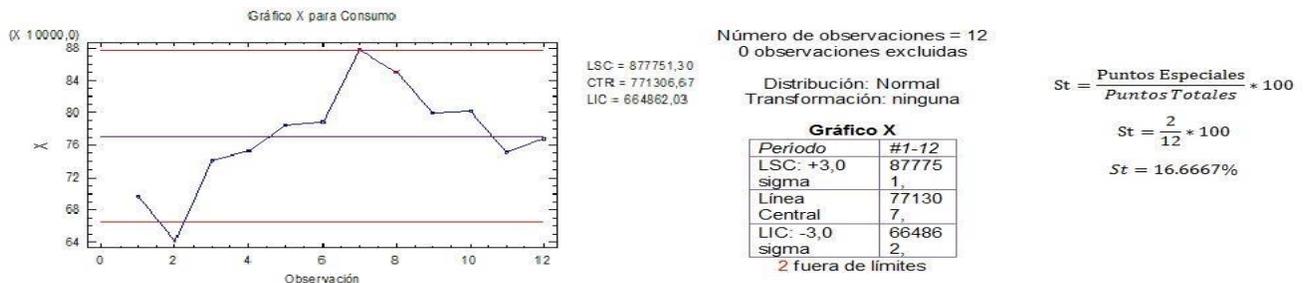
**Figura 2**

*Pruebas de variabilidad y concentración del consumo de energía eléctrica de Punta Gorda*



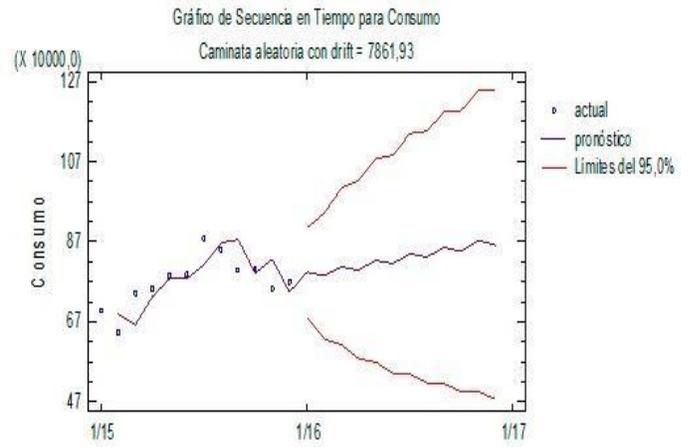
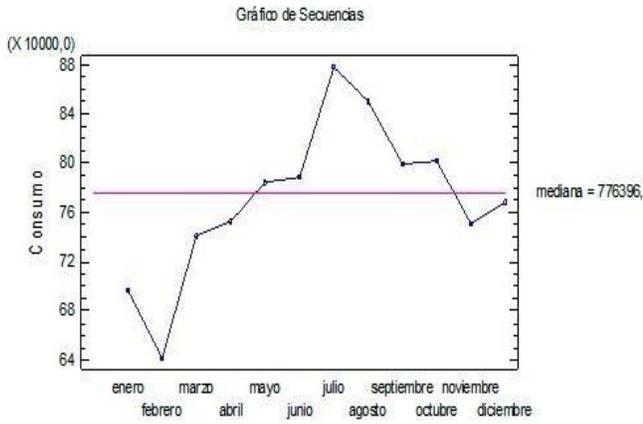
**Figura 3**

*Gráfico de individuos para el consumo de energía eléctrica de Punta Gorda*



### Figura 4

Gráficos de secuencia y pronóstico del consumo de energía eléctrica de Punta Gorda



**Anexo 3:** Tabla de valor-P del gráfico de secuencias (Individuales) para el consumo de energía eléctrica de Punta Gorda. Nota: tomada de (Rodríguez S. , 2016).

Datos/Variable: Consumo (Punta Gorda)

12 valores con rango desde 641901, a 878221,

Mediana = 776396,

<i>Prueba</i>	<i>Observados</i>	<i>Esperados</i>	<i>Más Largo</i>	<i>P(&gt;=)</i>	<i>P(&lt;=)</i>
Corridas arriba y abajo de la mediana	3	7,0	6	0,996784	0,0170301
Corridas arriba y abajo	6	7,66667	5	0,946299	0,192995

**Anexo 4:** Tablas comparativas de pronóstico para el consumo de energía eléctrica de Punta Gorda en el 2016. Nota: tomada de (Rodríguez S. , 2016).

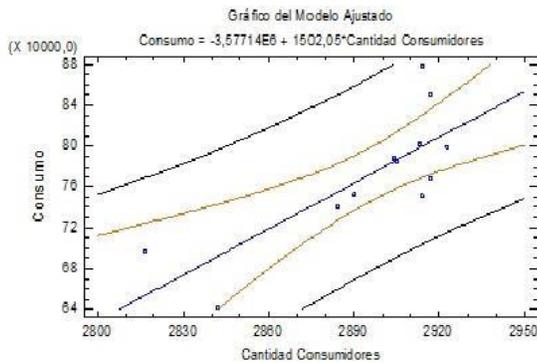
Periodo	Datos	Pronóstico	Residuo
1/15	696862,		
2/15	641901,	690575,	-48674,4
3/15	741340,	663069,	78271,1
4/15	752336,	734155,	18180,5
5/15	784399,	775779,	8619,66
6/15	789071,	776345,	12725,8
7/15	878221,	813271,	64949,8
8/15	850409,	868273,	-17864,1
9/15	799820,	875873,	-76053,0
10/15	801964,	791455,	10509,2
11/15	750964,	826430,	-75465,9
12/15	768393,	743585,	24807,8

Periodo	Pronóstico	Limite en 95,0% Inferior	Limite en 95,0% Superior
1/16	792167,	678624,	905710,
2/16	783957,	626625,	941288,
3/16	808051,	611390,	1,00471E6
4/16	799520,	577019,	1,02202E6
5/16	823936,	570046,	1,07782E6
6/16	815084,	542577,	1,08759E6
7/16	839820,	539414,	1,14023E6
8/16	830647,	515983,	1,14531E6
9/16	855704,	515076,	1,19633E6
10/16	846211,	494406,	1,19802E6
11/16	871588,	495010,	1,24817E6
12/16	861774,	476391,	1,24716E6

**Anexo 5:** Análisis de regresión. Nota: tomada de (Rodríguez S. , 2016).

**Figura 1:**

*Regresión lineal simple para el consumo de energía eléctrica de Punta Gorda*



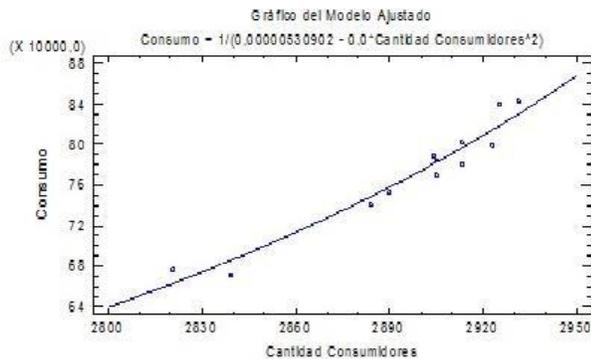
Variable dependiente: Consumo (Punta Gorda)  
 Variable independiente: Cantidad Consumidores (Punta Gorda)  
 Lineal:  $Y = a + b \cdot X$

Coeficientes				
	Minimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	-3,57714E6	1,08185E6	-3,30649	0,0079
Pendiente	1502,05	373,675	4,01968	0,0024

Coefficiente de Correlación = 0,785942  
 R-cuadrada = 61,7705 por ciento  
 R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 57,9475 por ciento  
 Error estándar del est. = 40964,8  
 Error absoluto medio = 29169,0  
 Estadístico Durbin-Watson = 1,38984 (P=0,0703)  
 Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,21219

**Figura 2:**

*Modelo ajustado para el consumo de energía eléctrica de Punta Gorda*



Variable dependiente: Consumo (Punta Gorda)  
 Variable independiente: Cantidad Consumidores (Punta Gorda)  
 Inversa-Y Cuadrado-X:  $Y = 1/(a + b \cdot X^2)$

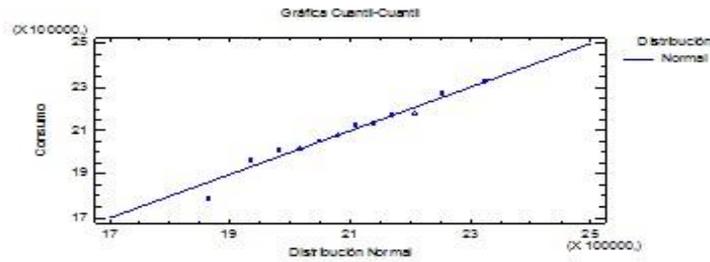
Coefficiente de Correlación = -0,812314  
 R-cuadrada = 65,9854 por ciento  
 R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 62,584 por ciento  
 Error estándar del est. = 0,0  
 Error absoluto medio = 4,82705E-8  
 Estadístico Durbin-Watson = 1,60945 (P=0,1460)  
 Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,0860973

**Anexo 6:** Análisis de los datos del consumo de energía eléctrica del Consejo Popular Centro Histórico.

Nota: tomada de (Cantero, 2016)

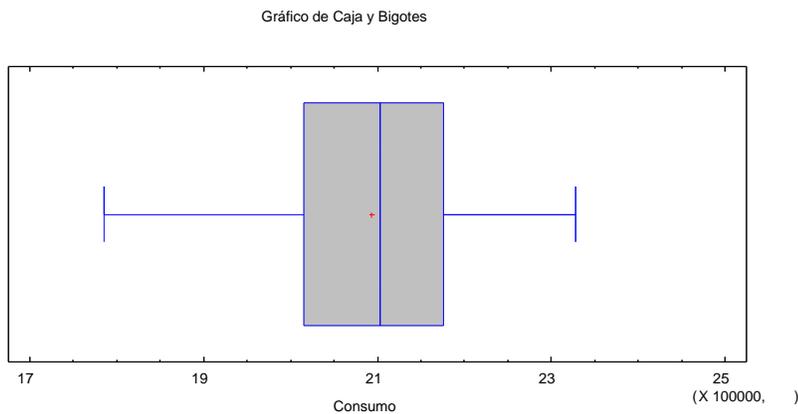
**Figura 1:** Pruebas de normalidad y bondad de ajuste para el consumo de energía eléctrica del Consejo Popular Centro Histórico.

Pruebas de Normalidad para Consumo			Pruebas de Bondad-de-Ajuste para Consumo Prueba de Kolmogorov-Smirnov	
Prueba	Estadístico	Valor-P		Normal
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0,972075	0,884481	DMAS	0,109883
			DMENOS	0,117842
			DN	0,117842
			Valor-P	0,996259



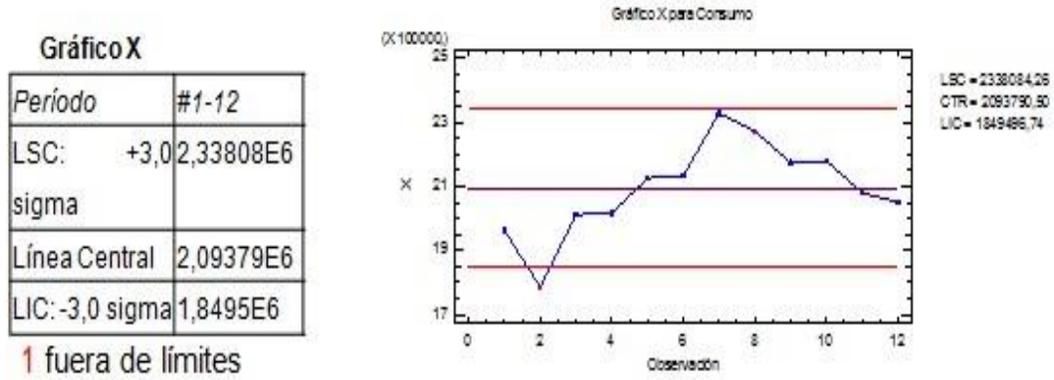
**Figura 2:**

Gráfico de cajas y bigotes del Consejo Popular Centro Histórico.



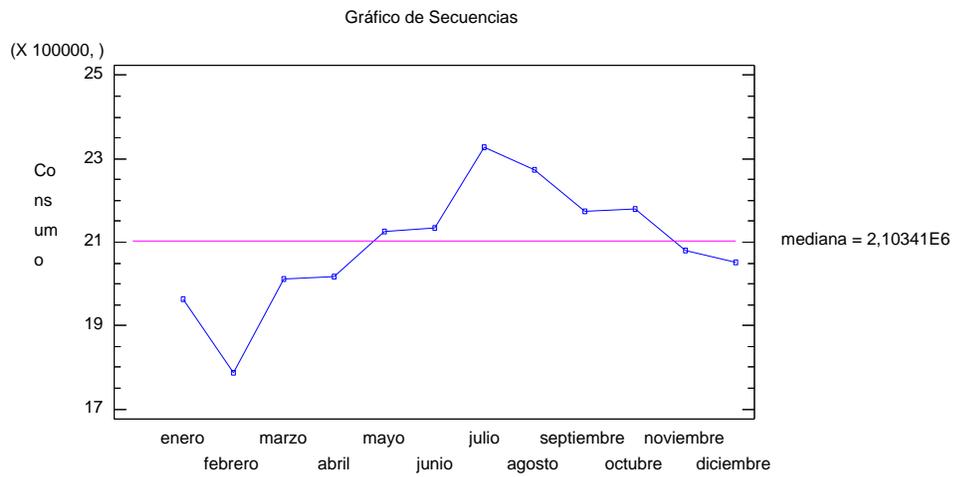
**Figura 3:**

*Gráfico X para el consumo de energía eléctrica del Consejo Popular Centro Histórico.*



**Figura 4:**

*Gráfico de secuencias para el consumo de energía eléctrica del Consejo Popular Centro Histórico.*



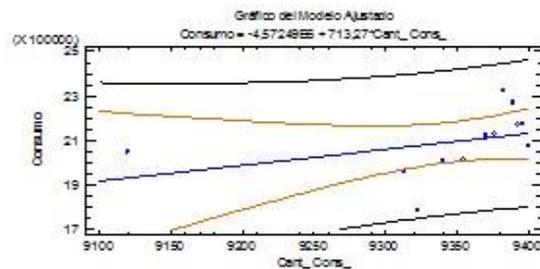
**Figura 5:**

Gráfico del modelo ajustado para el consumo de energía eléctrica del Consejo Popular Centro Histórico.

**Coefficientes**

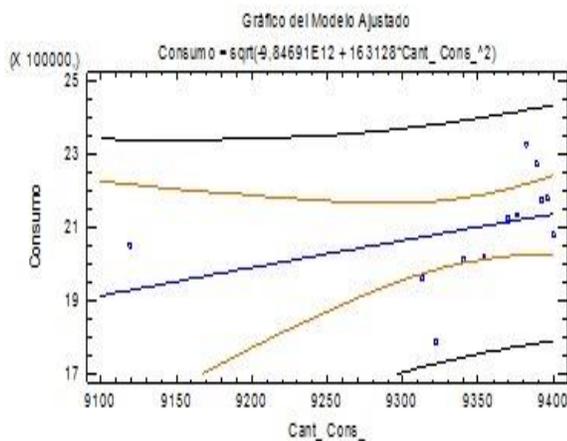
	Minimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	-4,57249E6	5,11513E6	-0,893915	0,3924
Pendiente	713,27	547,284	1,30329	0,2217

- Coeficiente de Correlación = 0,381043
- R-cuadrada = 14,5194 por ciento
- R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 5,97135 por ciento



**Figura 6:**

Gráfico del modelo cuadrado doble para el consumo de energía eléctrica del Consejo Popular Centro Histórico



- Coeficiente de Correlación = 0,390134
- R-cuadrada = 15,2205 %
- R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 6,74251%

**Anexo 7:** Pronósticos del consumo de energía del año 2016 del Consejo Popular Centro Histórico.

Nota: (Cantero, 2016).

Año 2015				Año 2016			
Período	Datos	Pronóstico	Residuo	Período	Pronóstico	Límite Inferior	Límite Superior
1/15	1,96422E6			1/16	2,1117E6	1,85668E6	2,36672E6
2/15	1,7859E6	1,93065E6	-144750,	2/16	2,0747E6	1,72242E6	2,42699E6
3/15	2,01156E6	1,84061E6	170952,	3/16	2,13628E6	1,69457E6	2,57799E6
4/15	2,01864E6	1,97689E6	41753,4	4/16	2,09871E6	1,60051E6	2,59692E6
5/15	2,12632E6	2,07889E6	47432,4	5/16	2,16086E6	1,59062E6	2,73111E6
6/15	2,13405E6	2,08898E6	45061,3	6/16	2,12272E6	1,51255E6	2,7329E6
7/15	2,3281E6	2,19703E6	131070,	7/16	2,18544E6	1,51072E6	2,86016E6
8/15	2,27288E6	2,28608E6	-13208,3	8/16	2,14673E6	1,44217E6	2,8513E6
9/15	2,1732E6	2,33916E6	-165961,	9/16	2,21002E6	1,44496E6	2,97508E6
10/15	2,17943E6	2,13478E6	44653,2	10/16	2,17074E6	1,38301E6	2,95848E6
11/15	2,0805E6	2,24349E6	-162999,	11/16	2,2346E6	1,3888E6	3,08041E6
12/15	2,0507E6	2,04422E6	6472,93	12/16	2,19475E6	1,33184E6	3,05767E6

**Anexo 8:** Comparación de modelos alternos para el consumo de energía del CP Centro Histórico. Nota: tomada de (Cantero, 2016).

Modelo	Correlación	R-Cuadrada
Cuadrado Doble	0,3901	15,22%
Cuadrado de Y	0,3873	15,00%
Cuadrado-Y Raíz Cuadrada-X	0,3859	14,89%
Cuadrado-Y Log-X	0,3845	14,79%
Cuadrado de X	0,3839	14,74%
Cuadrado-Y Inversa de X	-0,3817	14,57%
Lineal	0,3810	14,52%
Raíz Cuadrada-X Cuadrado-X	0,3802	14,46%
Raíz Cuadrada de X	0,3796	14,41%
Logaritmo de X	0,3782	14,30%
Raíz Cuadrada de Y	0,3774	14,24%
Log-Y Cuadrado-X	0,3762	14,15%
Raíz Cuadrada Doble	0,3759	14,13%
Inversa de X	-0,3753	14,09%
Raíz Cuadrada-Y Log-X	0,3745	14,02%
Exponencial	0,3733	13,94%

Logarítmico-Y Raíz Cuadrada-X	0,3719	13,83%
Raíz Cuadrada-Y Inversa de X	-0,3716	13,81%
Multiplicativa	0,3704	13,72%
Curva S	-0,3676	13,51%
Inversa-Y Cuadrado-X	-0,3672	13,48%
X		
Inversa de Y	-0,3643	13,27%
Inversa-Y Raíz Cuadrada-X	-0,3628	13,16%
Inversa-Y Log-X	-0,3613	13,06%
Doble Inverso	0,3584	12,85%
Logístico	<sin ajuste>	
Log probit	<sin ajuste>	

Anexo 9: Generación de RSU de la provincia de Cienfuegos en 2017. Nota: (ONEI, 2018).

**2.47 - Volumen de desechos sólidos recolectados por provincias**  
*Volume of solid wastes collected in every province*

	Miles de metros cúbicos					
CUBA/PROVINCIAS	2012	2013	2014	2015	2016	2017
<b>Cuba</b>	<b>27 817,4</b>	<b>26 521,0</b>	<b>27 609,4</b>	<b>27 619,8</b>	<b>28 045,4</b>	<b>28 571,9</b>
Matanzas	1 481,8	2 063,0	1 215,8	1 053,8	1 079,0	1 047,7
Villa Clara	1 343,0	1 415,5	1 273,6	1 253,2	1 288,4	1 345,5
Cienfuegos	810,0	752,0	828,4	877,8	877,8	998,0
Sancti Spiritus	1 284,1	1 232,1	1 288,3	1 100,3	1 144,8	1 232,1
Ciego de Ávila	752,5	810,8	915,7	969,4	969,4	1 222,0

Anexo 10: Índice de la relación volumen de RSU/población en el municipio de Cienfuegos. Nota: tomada de (Rodríguez S. , 2019).

	UM	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
RSU	Mm <sup>3</sup>	265.9	225.7	233,6	258	266	270.3	268	318
Población	U	172 013	170 420	172 055	173 453	174 478	174 769	176 244	177 113
Índice	Mm <sup>3</sup> /hab	0.0015458	0.0013244	0.0013577	0.0014874	0.0015245	0.0015466	0.0015206	0.00179546
Índice	m <sup>3</sup> /hab	1.5	1.3	1.3	1.4	1.5	1.5	1.5	1.7

**Anexo 11:** Clasificación detallada de los componentes de los residuos sólidos domiciliarios. Nota: tomada de (Rodríguez S. , 2019)

Tipo	Características
1. Materia Orgánica	Restos putrescibles como los restos de animales y vegetales, provenientes generalmente de la cocina tales como cáscara de frutas entre otros
2. Madera, Follaje	Ramas, tallos, raíces, hojas y cualquier otra parte de las plantas productos del clima y las podas.
3. Papel	Papel blanco tipo bon, papel periódico, otros.
4. Cartón	Cajas gruesas o delgadas
5. Vidrio	Botellas transparentes, ámbar, vidrio de ventanas.
6. Plástico PET	Botellas de bebidas y gaseosas.
7. Plástico duro	Fascos, bateas, otros recipientes.
8. Bolsas	Envoltura de golosinas y bolsas plásticas
9. Tecno por y similares	Si es representativo considerarlo en este rubro, de lo contrario incorporarlo en otros.
10. Metal	Hojalatas, tarro de leche, aparatos de hierro y acero
11. Telas, Textiles	Se refiere a restos de tela y algodón
12. Caucho, cuero, jebe	
13. Pilas y Baterías	
14. Restos de medicina	Focos, fluorescentes, envases de pintura, plaguicidas y similares
15. Residuos sanitarios	Papel higiénico, pañales y toallas higiénicas
16. Residuos inertes	Tierra, piedras y similares.
17. Otros (especificar)	Debe procurarse identificar sus componentes.

**Anexo 12:** Resultados del Diagnóstico de la situación del manejo de los residuos sólidos en la ciudad de Cienfuegos. Nota: Tomada de (De la Peña, 2012).

Se ejecutó mediante el Sistema de Evaluación del manejo de los RSU, donde se evalúan las etapas del manejo de los RSU a través de indicadores. En la evaluación de estos, solo en trece de los diecinueve consejos populares del municipio, el cumplimiento del plan de disposición final resultó satisfactorio durante el año 2011, mientras el cumplimiento del plan de costos de proceso fue satisfactorio (S) durante nueve meses.

El resto de los indicadores se comportó de forma no satisfactoria (NS), por lo que la evaluación general del manejo de los residuos sólidos resultó en el municipio de Cienfuegos no satisfactoria (NS) para el año 2011.

- Dirección Provincial de Planificación Física con el Plan General de Ordenamiento Territorial Urbano (PGOTU), municipio Cienfuegos: El diagnóstico al medioambiente realizado a través el Plan General de Ordenamiento Territorial Urbano (PGOTU), municipio Cienfuegos, arrojó los siguientes resultados:
  1. La problemática de los desechos sólidos urbanos, aunque identificada desde hace varios años, no ha obtenido soluciones adecuadas y definitivas, consecuencia de una carente planificación estratégica y manejo integral de la actividad, pues mantiene un carácter operativo.
  2. Existen vertederos micro localizados de desechos sólidos en todos los asentamientos urbanos: dos en la Ciudad de Cienfuegos, uno en Pepito Tey, uno en Guaos, uno en Castillo de Jagua y además en el asentamiento rural Mártires de Barbados. Excepto el vertedero de Baldosa, ubicado en la ciudad y que actualmente se encuentra en proceso constructivo para realizar tratamiento de relleno sanitario, el resto de las áreas de depósito no poseen tratamiento y su vertimiento final es a cielo abierto, contrario a las Normas Cubanas 135,136 y 137:2002, que regulan lo relacionado con esta actividad.
  3. La basura está compuesta fundamentalmente por: residuos de alimentos, plásticos, metales de diversos tipos, cristal, desechos de hospitales, compuestos químicos, escombros y otros; se desconoce el volumen y la proporción de los mismos respecto al total generado pues no existe clasificación primaria de ellos, ni control estricto sobre el tema. Tampoco se registra la estadística del total de entidades generadoras y la cantidad que aportan per cápita

4. Aparecen, además, diversas áreas de vertederos ilegales en los barrios Reina y oeste de O'Bourke, que afectan en gran medida la bahía y su zona costera. Asimismo, se originan en barrios de la periferia como: Buena Vista, Tulipán, San Lázaro y Caonao que originan serios daños al suelo por la lixiviación de los mismos. Esta situación es, causa de la generación de vectores, malos olores, obstrucción del drenaje, deterioro de la imagen urbana y afectación de áreas para el crecimiento prospectivo de la ciudad.

5. El sistema de recogida en la ciudad se realiza con siete camiones colectores especializados de la Empresa de Comunales y siete camiones abiertos contratados a otras instituciones, estos últimos no cumplen las normas establecidas para la actividad. Aún existen grandes deficiencias con la recogida en los CP de Reina, Juanita II y Tulipán, que genera la proliferación de microvertederos y desencadenan una seria problemática higiénico-estética en estos espacios urbanos.

6. Los CP de Paraíso, Caonao, Guaos, Pepito Tey y el asentamiento urbano de Guabairo asumen el servicio de recogida mediante carretones de tracción animal. Las zonas industriales no poseen dicho servicio.

Los principales problemas detectados por el PGOTU en el manejo de los residuos sólidos en el municipio de Cienfuegos son:

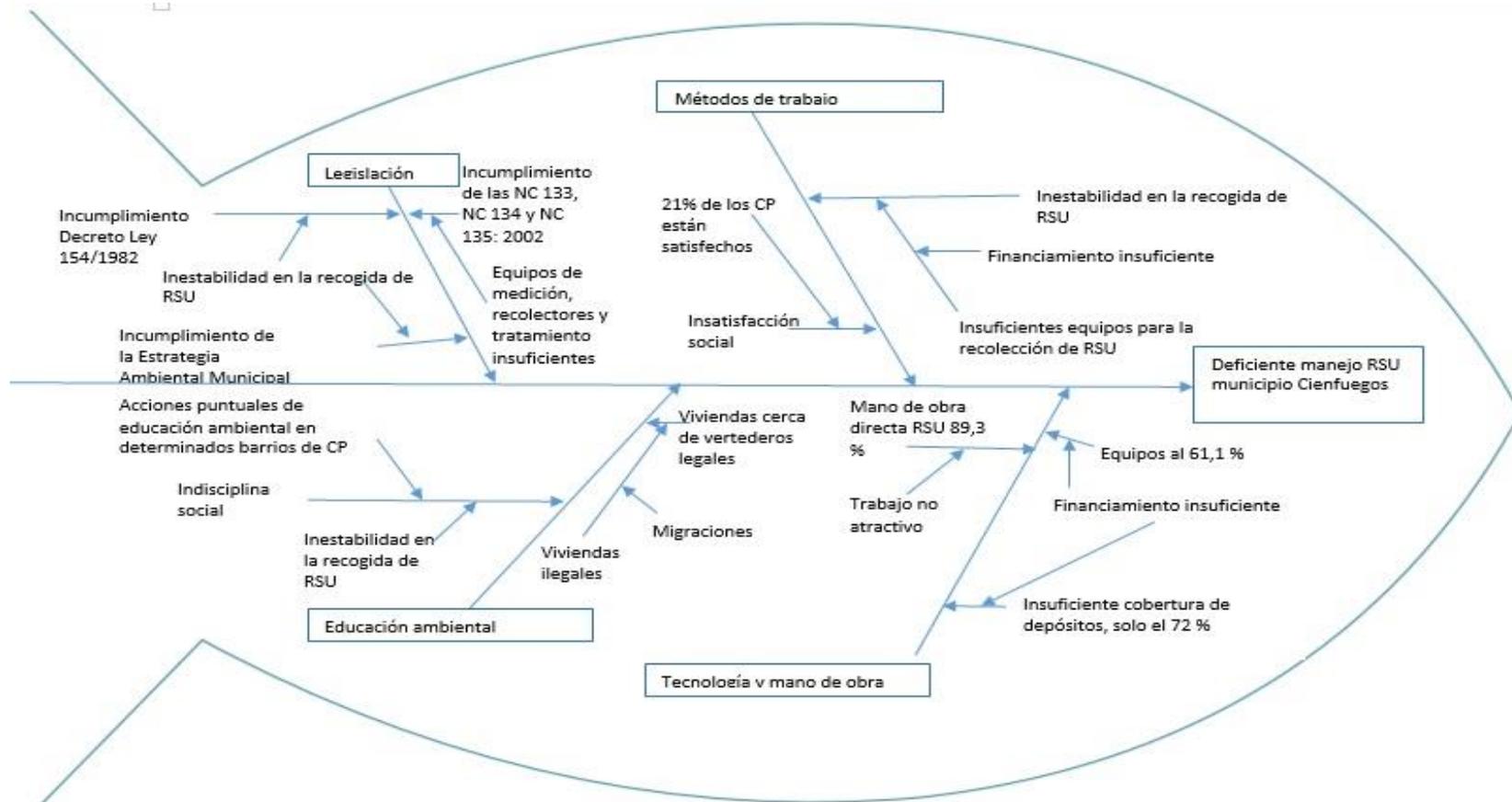
- ✓ Insuficiencia de instrumentos y medios técnicos para todas las actividades relacionadas con los residuos sólidos.
- ✓ Inadecuada transportación, tratamiento y disposición final de la basura y los residuos sólidos peligrosos.
- ✓ Carencia de financiamiento para enfrentar las inversiones necesarias.
- ✓ Indisciplina social y empresarial.
- ✓ Falta de educación y conciencia ambiental ciudadana.
- ✓ Incumplimiento de reglamentos, ordenanzas, normas y leyes establecidas respecto a toda esta temática.
- ✓ Ineficiente control sobre las contravenciones que se realizan.
- ✓ Proliferación de viviendas en áreas de vertederos y viceversa. Se destacan en el CP Reina y los dos vertederos legales de la ciudad.
- ✓ Predominio de desinterés social e institucional por el tema de la basura.
- ✓ No existe un inventario y control de cada una de las entidades que brindan servicios de recogida de basura por lo que se desconocen los mecanismos utilizados para la disposición final.

- Investigación Manejo integrado de los residuos sólidos urbanos en el municipio (Correa et al., 2017).

Se obtuvieron los siguientes resultados:

1. Se realizó un análisis de la situación actual del manejo de los RSU en el municipio de Cienfuegos y se catalogó como deficiente, debido a una serie de causas principales como: inestabilidad en la recogida de las RSU, insuficientes equipos de medición, recolección, transporte y tratamiento y práctica de acciones puntuales para la educación ambiental solo en algunos consejos populares (CP) del municipio.
2. Se propone una estrategia de monitoreo para el cumplimiento del plan de acción para el manejo de residuos sólidos en el municipio de Cienfuegos, para su ejecución se utilizaron los indicadores planteados en: Sistema de evaluación para el manejo de RSU (de la Peña, 2012), PGOTU para el municipio de Cienfuegos (DPPF, 2012) y la Oficina Municipal de Estadística e Información (OMEI). De quince indicadores se determinaron medir: ocho mensualmente, uno semestral y seis anual.

**Anexo 13:** Diagrama Causa- Efecto del manejo de los RSU. Nota: tomada de (Rodríguez S. , 2019)



**Anexo 14:** Definiciones metodológicas de los principales indicadores para el manejo de los RSU.

Nota: tomada de (Rodríguez S. , 2019)

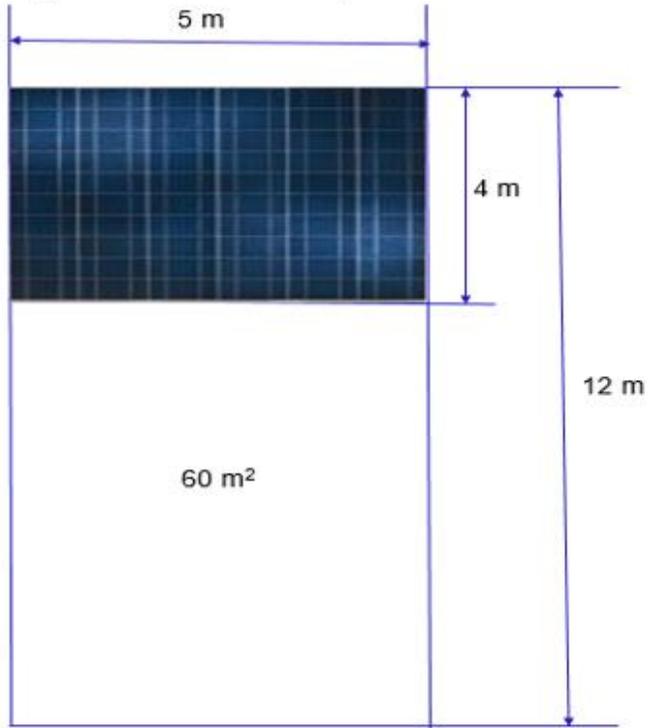
<b>Indicador</b>	<b>Descripción</b>
Área total de calles existentes	Constituye el área total de calles que existen, con condiciones o sin condiciones para ser barridas.
Área de calles aptas para barrer	Constituye el área total de calles que, por sus condiciones (asfaltadas y con contenes), se haya determinado por los organismos competentes que están aptas para barrer, independientemente que se les preste el servicio o no.
Área de calles barridas	Comprende el área total de calles a las que se le prestó el servicio de barrido, ya sea manual o mecánico.
Volumen total de desechos sólidos recolectados	Constituye el total de basura recolectada de las viviendas, establecimientos, organismos, escuelas, etc., incluyendo el saneamiento
Total de vertederos	Total de vertederos existentes en el territorio, ya sean a cielo abierto o con relleno sanitario.

Anexo 15: Indicadores para el manejo de los RSU en el municipio de Cienfuegos. Nota: (ONEI, 2016).

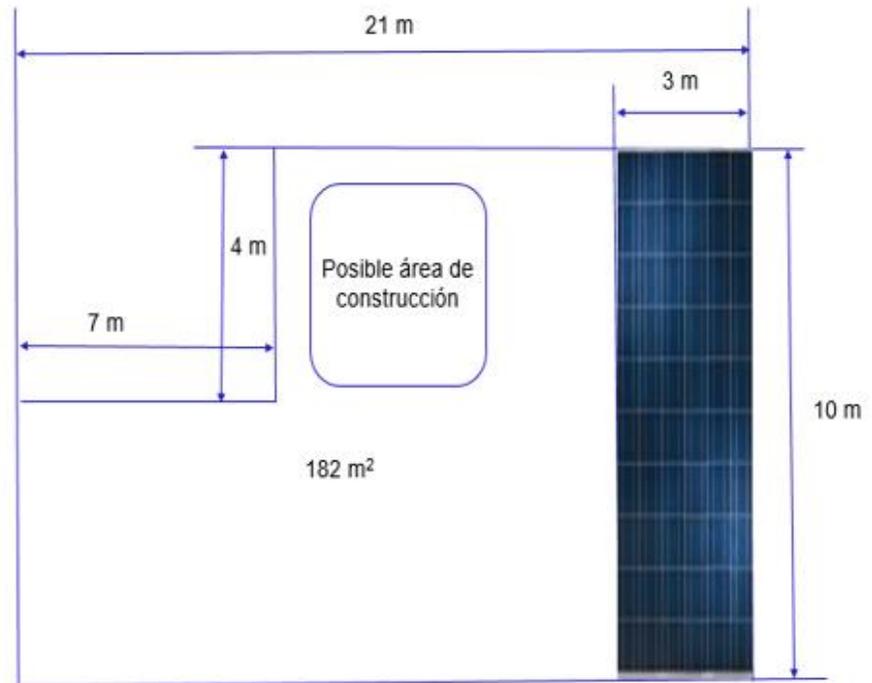
Indicadores	UM	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Área total de calles existentes	Mm <sup>2</sup>	670,2	670,2	670,2	670,2	670,2	670,2
Área total de calles aptas para barrer	Mm <sup>2</sup>	620	640	640	620	620	640,0
Área de calles barridas	Mm <sup>2</sup>	330 825,0	330 447,4	330 069,8	344 444,7	334630,6	341 671,6
Total de vertederos	U	6	6	6	6	6	6
De ello: Con tratamiento sanitario	U	5	5	5	6	5	5
Volumen total desechos sólidos recolectados	Mm <sup>3</sup>	265,9	225,7	233,6	258,0	266,0	270,3

Anexo 16: Vista superior de la azotea y techos del Hostal Ángel e Isabel, La Lolita. Nota: tomado de (Rodríguez S. , 2019)

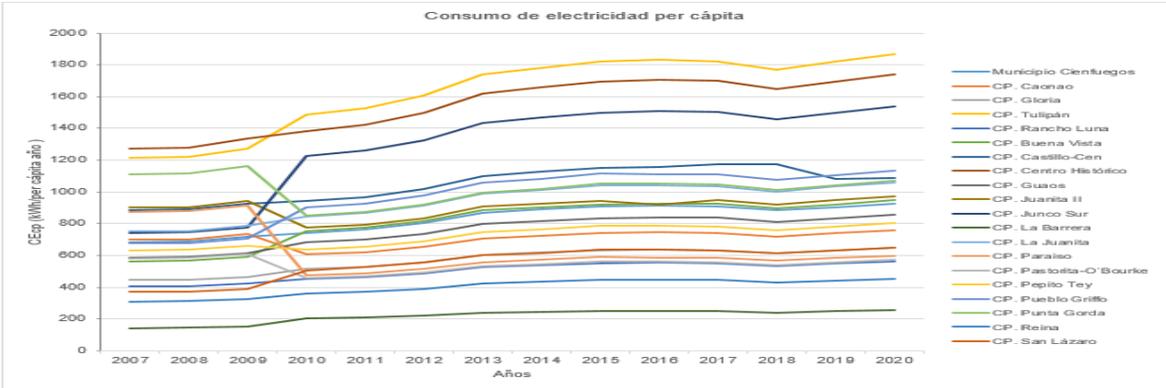
**Propuesta 1 Hostal Ángel e Isabel**



**Propuesta 2 Hostal La Lolita**



**Anexo 17:** Ficha de indicadores e índice para la LAE 5 Desarrollo energético y cuidado del medio ambiente. **Nota:** tomada de (Guerrero, 2023).

 <b>Poder Popular Municipal Cienfuegos</b>		<b>Ficha de indicador:</b> Consumo de electricidad per cápita	<b>Referencia:</b> GCDL- LAE 5 <b>Cod. Ficha:</b> P-1-01
<b>Indicador:</b> Consumo de electricidad per cápita (Cecp)			
<b>Nivel de referencia</b>		<b>Tipo de Indicador</b>	<b>Unidad de medición</b>
CEcp año +1 < 1 CEcp año +1 ≥ 1		Avance Estancado	Indicador de Gestión MWh/per cápita
<b>Forma de cálculo:</b> $CEcp = \frac{\text{Consumo de electricidad}}{\text{habitantes}}$ <p>Donde:            Consumo de electricidad: Consumo de electricidad en Consejo Popular o municipio (Mwh)            Habitantes: Cantidad de habitante por Consejo popular o municipio</p>			
<b>Fuente de información:</b>		<b>Tipos de Fuente</b>	
<b>Primaria</b>		Anuario Estadística Municipio Cienfuegos edición año 2022	
<b>Secundaria</b>		Empresa Eléctrica Provincial	
<b>Objetivo:</b> Conocer el desempeño de la energía eléctrica per cápita por habitante en el municipio de Cienfuegos.			
<b>Indicadores alternativos</b>			
<b>Indicadores complementarios</b>			
<b>Seguimiento y presentación:</b> Análisis de los datos anuales a través de una hoja de Excel programado integrado al programa eficiencia energética y uso de la FRE			
			

<b>Poder Popular Municipal de Cienfuegos</b> 	<b>Ficha de indicador:</b> Energético para el consejo popular	<b>Referencia: GCDL- LAE 5</b> <b>Cod. Ficha: P-1-03</b>
---	--	---

**Indicador:** Indicador energético para el Consejo Popular  $i$  ( $IEn_{CPI}$ )

Nivel de referencia	Tipo de Indicador	Unidad de medición
$IEn_{CPI} < 1$	Óptimo	Indicador de Gestión
$IEn_{CPI} = 1$	Adecuado	
$IEn_{CPI} > 1$	Deficiente	

**Forma de cálculo:**

$$IEn_{CPI} = \frac{\text{Consumo real}_{CPI \text{ periodo } j}}{\text{Consumo LB}_{CPI \text{ periodo } j}}$$

Donde:

$IEn_{CPI}$ : Indicador energético para el CP  $i$ ,  $i \in [1; n]$ .

$\text{Consumo real}_{CPI \text{ periodo } j}$ : Consumo real del CP  $i$  en el período  $j$ ,  $j \in [1; n]$

$\text{Consumo LB}_{CPI \text{ periodo } j}$ : Consumo planificado para el período  $j$  determinado por la LBC  $P_i$

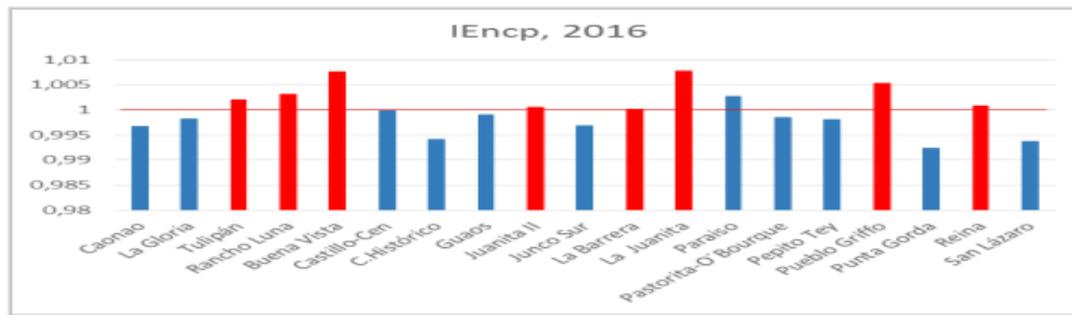
<b>Fuente de información:</b>	<b>Tipos de Fuente</b>
<b>Primaria</b>	Empresa Eléctrica Provincial, Anuario Estadística Municipio Cienfuegos
<b>Secundaria</b>	

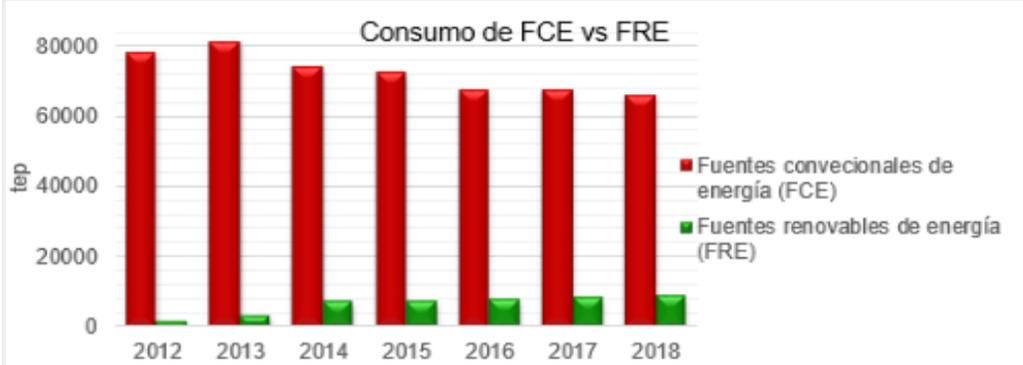
**Objetivo:** Dar a conocer el desempeño del uso final de la energía eléctrica en el sector residencial por consejo popular.

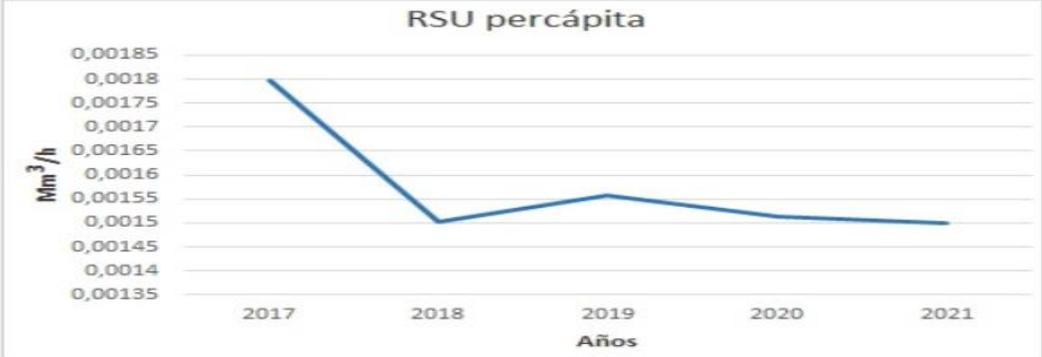
**Indicadores alternativos** Ninguno

**Indicadores complementarios**  $IEn_m$

**Seguimiento y presentación:** Análisis de los datos anuales a través de una hoja de Excel programado integrado al programa eficiencia energética y uso de la FRE



<p><b>Poder Popular Municipio Cienfuegos</b></p> 	<p><b>Ficha de indicador:</b> Presencia de FRE en la matriz energética municipal.</p>	<p><b>Referencia:</b> GCDL- LAE 5 <b>Cod. Ficha:</b> P-1-05</p>																								
<p>Indicador: Presencia de FRE en la matriz energética municipal</p>																										
<p><b>Nivel de referencia</b></p>	<p><b>Tipo de Indicador</b></p>	<p><b>Unidad de medición</b></p>																								
<p> <math display="block">\frac{FREMEM_{Añoi+1} &gt; FREMEM_{Añoi}}{FREMEM_{Añoi+1} &lt;= FREMEM_{Añoi}}</math> </p>	<p>Avance Estancado</p>	<p>Indicador de Gestión  %</p>																								
<p><b>Forma de cálculo:</b></p> $FREMEM = \frac{\sum_i^n GEFRE}{GEm} \times 100$ <p>donde:</p> <p><b>FREMEM:</b> Presencia de FRE en la matriz energética municipal. (%).Indicador relacionado con el balance energético del municipio y que puede ser medido y controlado a través de este.</p> <p><b><math>\sum_i^n GEFRE</math>:</b> Sumatoria de la generación de energía por sectores (1) estatal, (2) privado y (3) residencial, por tipo de FRE (tep)</p> <p><b>GEm:</b> Generación de energía municipal por todos los conceptos FRE, convencional y todos los sectores (tep).</p>																										
<p><b>Fuente de información:</b></p>	<p><b>Tipos de Fuente</b></p>																									
<p><b>Primarias</b></p>	<p>Balance energético municipal.</p>																									
<p><b>Secundarias</b></p>	<p>Organización Básica Eléctrica (OBE), Anuario Estadística Municipio Cienfuegos, Cubasolar, AzCuba, Copextel.</p>																									
<p><b>Objetivo:</b> Analizar el avance de la penetración de las fuentes renovables de energía (FRE) en la matriz energética municipal.</p>																										
<p><b>Indicadores alternativos</b></p>	<p>Ninguno</p>																									
<p><b>Indicadores complementarios</b></p>	<p>Consultar Dimensión Ambiental de ICVU (Covas, 2019)</p>																									
<p><b>Seguimiento y presentación:</b></p>																										
 <table border="1"> <caption>Consumo de FCE vs FRE (tep)</caption> <thead> <tr> <th>Año</th> <th>Fuentes convencionales de energía (FCE)</th> <th>Fuentes renovables de energía (FRE)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2012</td> <td>78000</td> <td>1000</td> </tr> <tr> <td>2013</td> <td>80000</td> <td>2000</td> </tr> <tr> <td>2014</td> <td>75000</td> <td>5000</td> </tr> <tr> <td>2015</td> <td>73000</td> <td>6000</td> </tr> <tr> <td>2016</td> <td>68000</td> <td>7000</td> </tr> <tr> <td>2017</td> <td>67000</td> <td>7500</td> </tr> <tr> <td>2018</td> <td>66000</td> <td>8000</td> </tr> </tbody> </table>			Año	Fuentes convencionales de energía (FCE)	Fuentes renovables de energía (FRE)	2012	78000	1000	2013	80000	2000	2014	75000	5000	2015	73000	6000	2016	68000	7000	2017	67000	7500	2018	66000	8000
Año	Fuentes convencionales de energía (FCE)	Fuentes renovables de energía (FRE)																								
2012	78000	1000																								
2013	80000	2000																								
2014	75000	5000																								
2015	73000	6000																								
2016	68000	7000																								
2017	67000	7500																								
2018	66000	8000																								

<b>Poder Popular Municipio Cienfuegos</b> 		<b>Ficha de indicador:</b> .Residuos sólidos urbanos per cápita	<b>Referencia: GCDL- LAE 5</b>  <b>Cod. Ficha: P-2-06</b>												
Indicador: Residuos sólidos urbanos per cápita															
<b>Nivel de referencia</b>		<b>Tipo de Indicador</b>	<b>Unidad de medición</b>												
RSU per cápita < 328.5 RSU per cápita < 328.5 RSU per cápita < 328.5	Bajo  Medio  Alto	Indicador de Gestión	Mm <sup>3</sup> /h												
<b>Forma de cálculo:</b>  $RSU \text{ per cápita} = \frac{RSU \text{ recolectado}}{Población}$ Donde: RSU per cápita: Residuos sólidos urbanos generados por habitante. RSU recolectado: Residuos sólidos urbanos totales. Población: Cantidad de habitantes total del municipio.															
<b>Fuente de información:</b>	Tipos de Fuente														
<b>Primarias</b>	Dirección Provincial de Comunales y anuario estadístico edición 2022														
<b>Secundarias</b>															
<b>Objetivo:</b> Dar a conocer los residuos sólidos urbanos per cápita															
<b>Indicadores alternativos</b>		Ninguno													
<b>Indicadores complementarios</b>															
<b>Seguimiento y presentación:</b>															
 <table border="1"> <caption>RSU per cápita (Mm<sup>3</sup>/h)</caption> <thead> <tr> <th>Año</th> <th>RSU per cápita (Mm<sup>3</sup>/h)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2017</td> <td>0,00180</td> </tr> <tr> <td>2018</td> <td>0,00150</td> </tr> <tr> <td>2019</td> <td>0,00155</td> </tr> <tr> <td>2020</td> <td>0,00152</td> </tr> <tr> <td>2021</td> <td>0,00150</td> </tr> </tbody> </table>				Año	RSU per cápita (Mm <sup>3</sup> /h)	2017	0,00180	2018	0,00150	2019	0,00155	2020	0,00152	2021	0,00150
Año	RSU per cápita (Mm <sup>3</sup> /h)														
2017	0,00180														
2018	0,00150														
2019	0,00155														
2020	0,00152														
2021	0,00150														

**Anexo 18:** Proyectos que incorporan el SGELEC en la gestión de gobierno. Nota: tomada de (Correa, 2021)

No.	Título	Área	Nombre de la organización o institución acompañante de la iniciativa	Fecha	
				inicio	fin
1	Implementación NC ISO 50001 en empresas cubanas. PAPN	Gestión de la energía, Eficiencia energética	CEEMA, Universidad de Cienfuegos	01/2015	12/2023
2	Proyectos demostrativos de fuentes renovables de energía para reducir la contaminación ambiental en las Fincas La Oriental y Yaguanabo Arriba, pertenecientes a la provincia de Cienfuegos, República de Cuba.	Desarrollo Sostenible y FRE;	Consejo de la Administración Provincial del Poder Popular		18 meses
3	Red de aprendizaje para la implementación de un SGen. Cienfuegos.	Eficiencia energética y FRE	ONURE, CEEMA Universidad de Cienfuegos	2021	2025
4	Proyecto de Eficiencia y Conservación de la Energía en Cuba. Proyecto Internacional. Cooperación entre Cuba y la Comunidad Europea	Eficiencia energética y FRE	ONURE, CEEMA Universidad de Cienfuegos	2021	2025
5	Sistema solar fotovoltaico y térmico en cubiertas de edificaciones industriales, de servicios y viviendas cubanas. PAPN	Eficiencia energética y FRE	CEEMA Universidad de Cienfuegos	2021	2023
6	Indicadores y Oportunidades de Mejoras energéticas en el Sector del Turismo y Generación de Electricidad. PAPN	Eficiencia energética y FRE	CEEMA Universidad de Cienfuegos	2021	2023
7	Fuentes Renovables de Energía como apoyo al Desarrollo Local. Proyecto Internacional	FRE	CEEMA Universidad de Cienfuegos	2021	2023
8	Fortalecimiento de universidades y centros de investigación en fuentes renovables. Conectando Conocimientos. Proyecto Internacional	Gestión de la energía	CEEMA Universidad de Cienfuegos	2021	2023
9	Sistema de bajo costo para evaluar y tomar decisiones sobre el impacto de los buques y otras fuentes en la calidad del aire en la ciudad portuaria de Cienfuegos. Proyecto Internacional	Desarrollo sostenible	CEEMA Universidad de Cienfuegos	2021	2023
10	Sistema solar fotovoltaico y térmico en cubiertas de edificaciones industriales, de servicios y viviendas cubanas. PAPN	FRE	CEEMA Universidad de Cienfuegos	2021	2023

11	Indicadores y Oportunidades de Mejoras energéticas en el Sector del Turismo y Generación de Electricidad. PAPH	Eficiencia energética y FRE	CEEMA Universidad de Cienfuegos	2021	2023
12	Modelo de Planificación Energética de largo plazo para Cuba, con énfasis en la resiliencia e independencia energética. Proyecto con Financiamiento extranjero	Gestión de la energía, eficiencia energética y FRE	CEEMA Universidad de Cienfuegos	2021	2023
13	Fortalecimiento de las capacidades interdisciplinarias en medio ambiente y cambio climático en instituciones de educación superior de Cuba, del Programa "Educación Superior y Desarrollo Sostenible" PAPS	Cambio climático, desarrollo sostenible	CEEMA Universidad de Cienfuegos	2021	2023
14	Desarrollo de software para el análisis de sistemas Eléctricos, de la Empresa de Transferencia Tecnológica de la Universidad Central de Las Villas con el Despacho Nacional de Carga.	Eficiencia energética	CEEMA Universidad de Cienfuegos	2021	2023
15	Apoyo a la Eficiencia energética y el uso sostenible de las Fuentes Renovables de Energía (FRE) en el municipio Cienfuegos	Eficiencia energética y FRE	Gobierno municipal	2020	2023
16	Modelo económico y descentralización territorial: incidencia en la gestión del desarrollo local en la provincia Cienfuegos.	Desarrollo sostenible	FCEE, Universidad de Cienfuegos	2021	2023
17	EcoAtlas	Potencialidad FRE	CEA	2019	2022 Prórroga