



UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS
INGENIERÍA

UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS "CARLOS RAFAEL RODRÍGUEZ"

TESIS PRESENTADA EN OPCIÓN AL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL

TÍTULO:

Sistema de Gestión Energético Local basado en el modelo de Economía Circular para el municipio de Cienfuegos.

AUTORA: Elianne García Heredia

TUTOR: Dra.C. Jenny Correa Soto

Curso 2023

No es la especie más fuerte la que sobrevive, ni la más inteligente, sino la que mejor responde al cambio.

- Charles Darwin.

Dedicatoria

A mi padre, quien es la razón por la que cada día espero ser mejor persona.

Agradecimientos

Gracias a aquellos que de alguna manera han estado involucrados en este proceso y me han brindado apoyo. En especial, gracias a:

*Mi **padre**, el señor que todo lo puede por mí, que me ha enseñado a no dejar las cosas a medias y ha estado presente en todo el camino que he transitado. Gracias por ser inspiración y por el amor sin límites que pones en mi vida.*

*Mi **familia** en general, aunque algunos de lejos, por el apoyo y la entrega incondicional.*

***Eduardo**, por el cariño, los buenos momentos, los regaños y la ayuda durante estos años. Gracias por no dejar que me rindiera nunca.*

*Mis **amigos**, tanto de la universidad como de fuera, por el tiempo compartido y las experiencias. A las chicas con quienes he atravesado estos cinco años de altas, bajas y muy bajas: gracias Mariam, por tomarte el estudio con tanta seriedad, por las risas y la compañía en preguntas escritas.*

***Camila**, quien más que mi amiga se ha vuelto mi familia, con quien he aprendido tanto además de tomar notas en clase y quien ha contribuido a mi crecimiento académico y como persona. Gracias por ser tan talentosa y creer en mí.*

*Mi **tutora**, mi profe Jenny, por la paciencia y la dedicación que ha tenido desde que comenzamos a investigar juntas, por su tiempo y optimismo durante el desarrollo de esta tesis.*

Infinitas gracias.

Resumen

La Economía Circular es un modelo que consigue tratar uno de los principales problemas que tiene el mundo actualmente: la contaminación ambiental; ya que permite alargar la vida de los productos siendo convertidos luego de su uso en materias primas. Además, es un modelo que puede ser incorporado con facilidad en estrategias de desarrollo local.

La presente investigación tiene como objetivo proponer el Sistema de Gestión Energético Local basado en el modelo de Economía Circular para el municipio de Cienfuegos, de manera que se contribuya a la Línea de Acción Estratégica "Desarrollo energético y cuidado del medio ambiente". Durante el estudio se utilizaron técnicas como la revisión de bibliografía relacionada con temas de desarrollo sostenible, desarrollo local y economía circular; el método de expertos para realizar el diagnóstico energético ambiental del municipio de Cienfuegos; y un análisis bibliométrico utilizando bases de datos Scopus procesados mediante el software VOSviewer y Excel. El principal resultado es precisamente el SGELEC, que permite la incorporación de la economía circular a la gestión de gobierno en el municipio, lo cual constituye un paso de avance en el camino hacia la sostenibilidad y el cumplimiento del territorio con los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

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

Abstract

Circular Economy is a model that manages to address one of the main problems in the world currently has: environmental pollution, since it allows the life of products to be extended by converting them into raw materials after use. Besides, is a model that can be easily incorporated into local development strategies.

The present investigation aims to propose the Local Energy Management System based on the circular economy model for the municipality of Cienfuegos, so that it contributes to the strategic line of action energy development and care of the environment. During the study techniques were used such as review of literature related to sustainable development, local development and circular economy; expert method to carry out the energy and environmental diagnosis of the municipality of Cienfuegos; and a bibliometric analysis using Scopus databases processed using the VOSviewer software and Excel. The main result is precisely the Local Energy management system based on the circular economy model that allows the incorporation of circular economy into government management in the municipality, which constitutes a step forward on the path towards sustainability and the compliance of the territory with the Sustainable Development Goals.

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

Índice

Introducción.....	2
Capítulo I: Marco teórico referencial.....	7
1.1 Introducción	7
1.2 Desarrollo Sustentable.....	8
1.3 Ciudades Sostenibles	9
1.4 Economía circular	11
1.4.1 Economía Circular vs. Economía Lineal	12
1.4.2 Características fundamentales de la Economía Circular.....	15
1.4.3 Implementación de la Economía Circular en el mundo	16
1.4.4 Indicadores en Economía Circular	17
1.4.5 Estrategias 10R de la economía circular	18
1.5 Desarrollo Local.....	19
1.6 Modelo de Economía Circular en el desarrollo local: la ciudad circular	20
1.7 Desarrollo local en Cuba.....	22
1.7.1 Modelos de desarrollo local en Cuba.....	23
1.7.2 Estrategias de Desarrollo Local en Cuba.....	24
1.8 Estrategia de Economía Circular en Cuba	26
1.9 Conclusiones parciales	29
Capítulo II: Caracterización energética y medio ambiental del territorio de Cienfuegos.	
Análisis de las potencialidades para la aplicación del modelo de Economía Circular	31
2.1 Introducción	31
2.2 Caracterización de la provincia de Cienfuegos	31
2.3 Caracterización del municipio de Cienfuegos.....	31
2.3.1 Caracterización energética y medioambiental del municipio de Cienfuegos	33
2.4 Antecedentes de la implementación de la EC en la provincia de Cienfuegos	42
2.4.1 Implementación de la EC en el Municipio de Cienfuegos	43
2.3.2 Implementación de la EC en el sector industrial de la provincia	50
2.4 Conclusiones parciales	54
Capítulo III. Propuesta del Sistema de Gestión Energético Local basado en el modelo de Economía Circular.....	57
3.1 Introducción	57
3.2 Análisis bibliométrico	57
3.3 Escenario de la gestión energética para los municipios cubanos.....	62

3.4 Gestión energética basada en el modelo de Economía Circular en los órganos de gobierno local	67
3.5 Indicadores energéticos y medioambientales para el SGELEC	68
3.6 Conclusiones parciales	72
Conclusiones.....	73
Recomendaciones.....	74
Bibliografía	75
Anexos	79

Introducción

Introducción

El término "desarrollo" es utilizado con el sentido de definir el desarrollo sostenible más allá de ser considerado únicamente como el crecimiento económico, pues busca lograr un desarrollo económicamente factible, socialmente viable y amigable con el medio ambiente (Bhattacharyya, 2012).

El desarrollo sostenible (DS) es un término más amplio (Bhattacharyya, 2012; Bilgili y Ozturk, 2015; Ceglia et al., 2020), busca un desarrollo económico factible, viable desde lo social y amigable con el medio ambiente Colombo et al., 2013; ONU, 2015/b/; Guillén, 2016; Kumar et al., 2017; Harjanne y Korhonen, 2019; Wang et al., 2019 & Mangla et al., 2020).

En la Cumbre sobre el DS 2015, se declara la Agenda 2030, la cual constituye una declaración de la Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas aprobada por los estados miembros mediante la Resolución No. 70/1, del 25 de septiembre de 2015, titulada "Transformar nuestro mundo: La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible", la cual establece que la principal responsabilidad del Gobierno es el seguimiento y la revisión del progreso alcanzado en la implementación de las metas y objetivos durante los próximos 15 años. Se compone por 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y 169 metas conexas de carácter equilibrado e indivisible, y se basa en las tres dimensiones de la sostenibilidad: social, económica y ambiental; además se suma la institucional, que apuesta por instituciones fuertes que puedan velar por el equilibrio entre las otras tres dimensiones.; se fundamenta en cinco temas claves: las personas, el planeta, la prosperidad, la paz y las alianzas (ONU, 2015).

Desde la perspectiva del desarrollo sostenible y sus tres dimensiones, económica, ambiental y social, las características fundamentales de cómo se define el concepto deben incluir, por un lado, un punto de partida en los sistemas de producción y consumo que maximice el servicio producido desde el flujo de rendimiento lineal de naturaleza-sociedad-naturaleza y energía natural (Korhonen et al., 2018) desde los niveles regionales, nacionales y locales.

El desarrollo local (DL) tiene tres objetivos 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. En nuevo contexto global hace necesario un cambio radical en el sistema económico actual que se ha vuelto insostenible, y resulta imprescindible que ese cambio empiece por la forma de diseñar y pensar ciudades (Díaz García, 2022).

La ciudad sostenible (CS) como concepto se relaciona con el ODS 11 y es aquella ciudad que asegura la capacidad de adaptación y desarrollo, vela por la calidad de vida de sus habitantes sin contaminar el medio ambiente y piensa en el futuro.

Para definir a la CS se puede mencionar a (De Jong et al., 2015) para quienes una CS es aquella donde se obtiene una calidad de vida superior junto con la ayuda de políticas públicas que reducen de manera efectiva la demanda de recursos (energía, materiales, etc)

extraídos para el uso en la ciudad. Esto le permite a la CS convertirse un sistema económico, social y ambiental autosuficiente.

The Arcadis Sustainable Cities Index (SCI) en su edición del año 2022 en colaboración con el Programa De Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (ONU-HBITAT), recoge los índices de cien ciudades alrededor del mundo, basándose en tres pilares: planeta, personas y beneficios. Oslo, la capital noruega ocupa el primer puesto, destacando por los espacios verdes, el uso de energías renovables y la reducción de los gases de efecto invernadero; asimismo otras ciudades europeas encabezan la lista, y se destaca Tokyo como la única del continente asiático en alcanzar un puesto en el podio internacional. En este índice destacan ciudades latinoamericanas como Bogotá, Ciudad de México y Lima.

Las ciudades son territorios por excelencia para el desarrollo de modelos que concilien principios económicos y ecológicos con base en flujos circulares de materiales, agua, energía y biomasa. La economía circular (EC) se considera una modelo viable que permitirá corregir los problemas de la economía lineal (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, 2022).

La EC es un modelo económico que se interrelaciona con la sostenibilidad, basada en el principio de «cerrar el ciclo de vida» de los productos, los servicios, los residuos, los materiales, el agua y la energía (Ghisellini et al., 2016) proporcionando sistemas que sean regenerativos a partir de su propósito para proteger el valor de los recursos naturales no renovables, los productos y limitando, exponencialmente, los insumos de materias primas y energía (Morató, Tollin, & Jiménez, 2017).

A nivel mundial, algunas de las normas de la Organización Internacional de Estandarización (ISO) han venido siendo herramientas importantes y precursoras para promover una economía circular, entre ellas se pueden señalar, por ejemplo, a ISO 14001 (Sistema de gestión ambiental), ISO 26000 (Guía de responsabilidad social) e ISO/DIS 59004:2023 (Circular Economy – Terminology, Principles and Guidance for implementation) (ISO, 2022).

La introducción de las estrategias 10R de la EC por Potting, et al.,(2017) promete mejorar la calidad de vida mediante la reducción de consumo de recursos, su reutilización, reciclaje, el rechazo de prácticas no sostenibles y el uso de residuos sólidos para generar energías renovables.

Cuba, en su implementación de política ambiental no ha internalizado una estrategia de EC, sin embargo han existido varias iniciativas asociadas al modelo, como los sistemas de reciclaje que han funcionado para revalorizar residuos y en los que han intervenido actores del sector estatal y no estatal. Además, recientemente se aprobó la Ley 150 “Ley del Sistema de los Recursos Naturales y el Medio Ambiente” establece que el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente fomenta e impulsa la integración de los principios del consumo y la producción sostenible y la economía circular. A diferencia del contexto mundial donde los sectores con mayor potencialidad para implementar el modelo de EC

son los sectores agroalimentario, químico de la salud y el turismo; en Cuba sólo presentan potencialidades los tres últimos, ya que el agroalimentario se encuentra deprimido.

En Cienfuegos se han realizado estudios de viabilidad para implementación del modelo de EC en los consejos populares Casco Histórico y San Lázaro, resultando que existe un alto consumo de materias primas y energía en el sector de la Economía, sin embargo presenta un alto porcentaje de reciclaje de todos los residuos. También se aplicó el modelo de circularidad en las industrias UEB Seco del Café y UEB Quesos de Cumanayagua, arrojando como principal resultado que ambas poseen bajos niveles de circularidad, ya que no se aprovechan los residuos dentro del proceso al máximo posible.

Correa Soto (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 %, lo que es insuficiente si se desea generar energía limpia y sostenible.

El consumo de energía eléctrica per cápita para el municipio de Cienfuegos para el período 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 Consumo Eléctrico per cápita mayor al municipal son: Tulipán, Centro Histórico, Junco Sur, Castillo-CEN, Pueblo Griño, Punta Gorda, La Juanita, Juanita II y Buena Vista (Correa Soto, 2021).

En el municipio, el consumo de la energía eléctrica en el sector estatal en el período del 2016 al 2021 presenta una tendencia al incremento. 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) (Guerrero Soto, 2023).

No obstante, aunque existe el Sistema de Gestión Energética Local integrado en la Gestión de Gobierno del municipio de Cienfuegos, no se ha considerado incorporar a este el modelo de EC.

Todo lo anterior constituye la situación problemática, de ahí que se enuncie el **problema de investigación**

La necesidad de incorporar al sistema de gestión de gobierno local de Cienfuegos el modelo de Economía Circular.

Como objetivo general:

Proponer el Sistema de Gestión Energético Local basado en el modelo de Economía Circular para el municipio de Cienfuegos.

Objetivos específicos:

1. Construir un marco teórico-referencial sobre desarrollo sostenible, desarrollo local y economía circular.
2. Analizar las potencialidades del municipio de Cienfuegos para la incorporación del modelo de EC.
3. Incorporar a la Gestión Energética Local del municipio de Cienfuegos el modelo de economía circular.

Justificación

El municipio de Cienfuegos cuenta con una Estrategia de Desarrollo Económico Social Municipal donde una de sus líneas de actuación estratégica es Desarrollo energético y cuidado del medio ambiente, sin embargo, aunque existe el Sistema de Gestión Energética Local, junto a un grupo de indicadores energéticos (Correa Soto, 2021) y medio ambientales (Guerrero Soto, 2023), no se ha trazado una estrategia que aproveche las potencialidades del territorio para incorporar la Economía Circular a la Gestión Energética del Gobierno en Cienfuegos y dé cumplimiento a la Resolución 96/2023 de Ley 150/2022 “Ley del Sistema de los Recursos Naturales y el Medio Ambiente”.

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 se analizan los antecedentes de la implementación del modelo de EC en el sector industrial y en dos consejos populares del municipio cabecera.

En el Capítulo III se realiza un análisis bibliométrico teniendo en cuenta países y palabras clave, y se propone el Sistema de Gestión Energético Local basado en el modelo de Economía Circular.

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

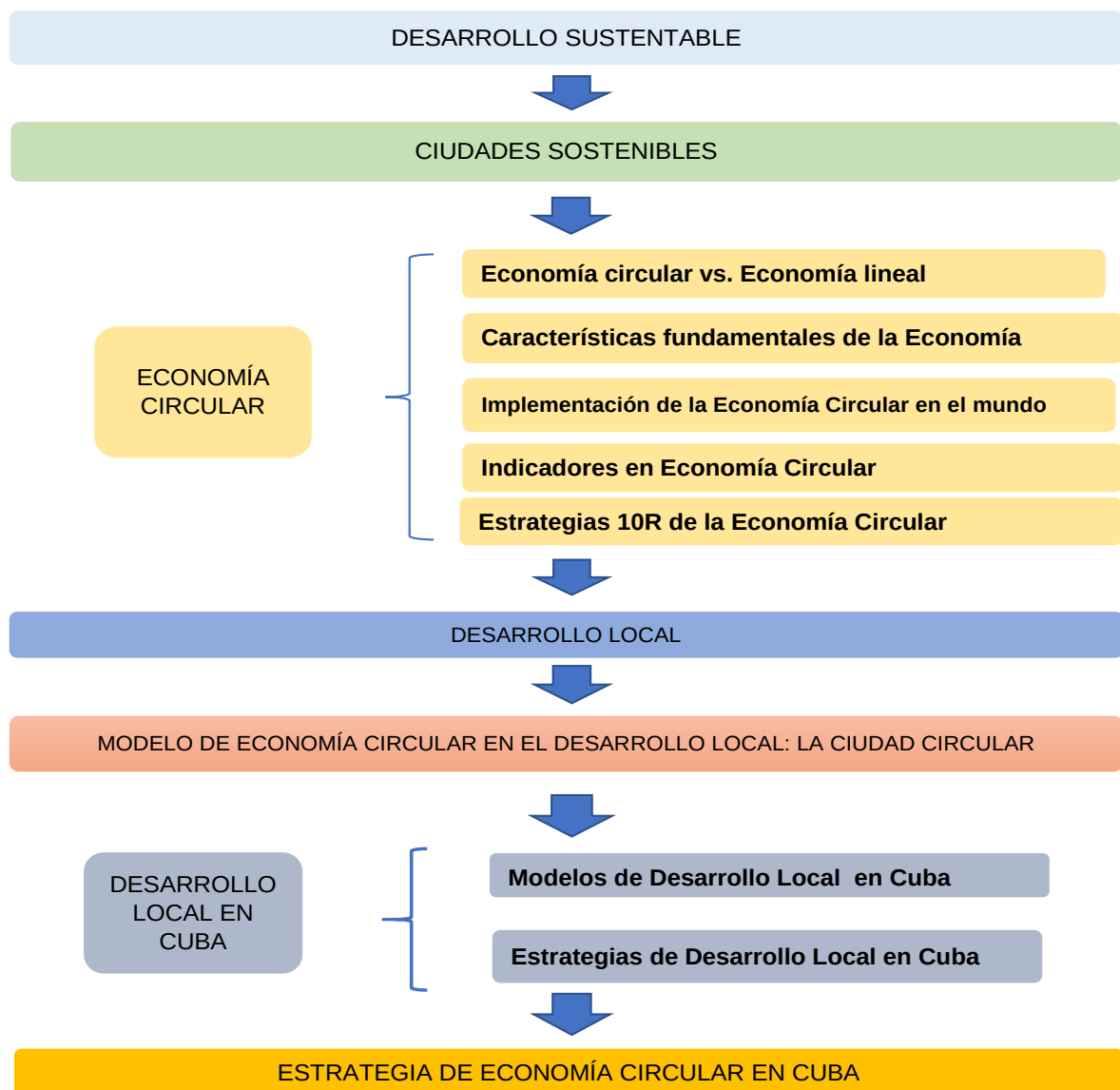
Capítulo I: Marco teórico referencial

1.1 Introducción

En el Marco Teórico Referencial que se presenta a continuación se realiza el análisis de concepciones y elementos relacionados con la energía y el medio ambiente, por lo que se hace necesaria la revisión bibliográfica relacionada con dicha temática, la cual abarca documentos sobre el desarrollo local (DL), ciudades sostenibles (CS), el modelo de Economía Circular (EC) a nivel urbano, además de la estrategia de desarrollo local desde la perspectiva circular.

Figura 1.1

Hilo conductor



Nota: Elaboración propia.

1.2 Desarrollo Sustentable

El concepto desarrollo sustentable fue dado por la Comisión Brundtland como “el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de futuras generaciones de satisfacer las suyas” (López Martínez & Bereau Sarria, 2018).

El desarrollo sostenible (DS) es un término más amplio (Bhattacharyya, 2012); (Ceglia et al., 2020), busca un desarrollo económico factible, viable desde lo social y amigable con el medio ambiente (Colombo et al., 2013); (ONU, 2015) con un consenso político que exige una articulación entre lo nacional, territorial y local (Fernández y Núñez, 2020); este se alcanza cuando el desarrollo sustentable se mantiene a lo largo del tiempo.

En la Cumbre sobre el DS 2015, se declara la Agenda 2030, la cual constituye una declaración de la Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas aprobada por los estados miembros mediante la Resolución No. 70/1, del 25 de septiembre de 2015, titulada "Transformar nuestro mundo: La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible", la cual establece que la principal responsabilidad del Gobierno es el seguimiento y la revisión del progreso alcanzado en la implementación de las metas y objetivos durante los próximos 15 años (ONU, 2015).

Se compone por 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y 169 metas conexas de carácter equilibrado e indivisible, y se basa en las tres dimensiones de la sostenibilidad: social, económica y ambiental; además se suma la institucional, que apuesta por instituciones fuertes que puedan velar por el equilibrio entre las otras tres dimensiones.; se fundamenta en cinco temas claves: las personas, el planeta, la prosperidad, la paz y las alianzas.

Desde la perspectiva del desarrollo sostenible y sus tres dimensiones, económica, ambiental y social, las características fundamentales de cómo se define el concepto deben incluir, por un lado, un punto de partida en los sistemas de producción y consumo que maximice el servicio producido desde el flujo de rendimiento lineal de naturaleza-sociedad-naturaleza y energía natural. Esto se hace utilizando flujos de material cíclico, fuentes de energía renovables y flujos de energía de tipo cascada en sistemas integrados de consumo de producción, incluidas sus cadenas de valor y ciclos de vida intersectoriales, interorganizacionales y globales (Korhonen et al., 2018).

1.3 Ciudades Sostenibles

Las ciudades generan más del 80% del PIB en muchos países de Asia y el Pacífico y son motores del crecimiento económico que han sacado a millones de la pobreza (ONU, 2015). Una ciudad sostenible (CS) es un centro urbano diseñado para mejorar su impacto ambiental mediante la planificación y la gestión urbana; es aquella que vela por la calidad de vida de sus habitantes sin poner en riesgo el medio ambiente y asegurando un bienestar en el futuro, potenciando la capacidad de adaptación de la ciudad y se relaciona con el ODS 11.

Para definir a la CS se puede mencionar a (De Jong et al., 2015), para quienes una ciudad sostenible es aquella donde se obtiene una calidad de vida superior junto con la ayuda de políticas que reducen de manera efectiva la demanda de recursos (energía, materiales, etc.) extraídos para el uso en la ciudad. Esto le permite a la CS convertirse un sistema económico, social y ambiental autosuficiente.

Las Naciones Unidas definen una ciudad próspera como aquella que es productiva, provee infraestructura adecuada, tiene buena calidad de vida, ofrece equidad e inclusión social, y participa en la sostenibilidad ambiental. Según el Índice de Ciudades Sostenibles (ICS), un informe anual elaborado por Arcadis en colaboración con el Programa de Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (ONU-HABITAT), para definir una CS, se toman en cuenta tres pilares de la sostenibilidad que se resumen en la Tabla 1.1.

Tabla 1.1

Pilares de la sostenibilidad

Pilares de la sostenibilidad	
<i>Planeta</i>	Captura factores medioambientales como uso de energía y emisiones de gases de efecto invernadero. Incluye indicadores como contaminación del aire, espacios verdes, gestión de residuos, energías renovables y transporte sostenible.
<i>Personas</i>	Mide el desarrollo social incluyendo calidad de vida, además de indicadores de salud, educación, tasas de crimen, transporte confiable, acceso a Wi-Fi y el balance entre trabajo y vida.

Beneficios	Evalúa el entorno de negocios y el desarrollo económico, incluyendo indicadores de conectividad, acceso a electricidad, infraestructuras empresariales y el empleo.
-------------------	---

Nota: Elaboración propia tomado de (Arcadis, 2022).

Para alcanzar la sostenibilidad, las ciudades deben encontrar un balance entre estos tres pilares; por lo que la ciudad más sostenible es la capital noruega, Oslo como se observa en la Tabla 1.2.

Tabla 1.2

Ciudades más sostenibles en el mundo

Ciudades más sostenibles en el mundo	
Oslo	En el puesto número uno, entre sus elementos más notables se encuentran su transporte sostenible, los espacios verdes, el uso de energías renovables y la reducción de los gases de efecto invernadero.
Estocolmo	Destaca por su plan de lucha contra la desigualdad salarial, además de la reducción de contaminación atmosférica y transporte sostenible. Se encuentra entre los primeros puestos en cuanto a conexión Wi-Fi, facilidad para hacer negocios y finanzas verdes.
Tokio	Es la única ciudad del continente asiático entre las veinte más sostenibles. Principalmente por las medidas adoptadas en cuanto al transporte, las finanzas verdes, conectividad y buenas condiciones de empleo, factores que propician el aumento de la calidad de vida de sus habitantes.
Copenhague	Ha creado el CPH 2025 Climate Plan, en el que se recoge una serie de iniciativas específicas en cuatro pilares bien definidos: consumo de energía, producción de energía, movilidad verde y administración de la ciudad. Su objetivo general es la neutralidad de carbono.
Berlín	Se caracteriza por sus espacios verdes, la exposición ambiental o la reducción de gases de efecto invernadero; posee una vegetación urbana como casi ninguna otra ciudad.

Nota: Elaboración propia a partir de (Arcadis, 2022)

La economía circular es una buena apuesta para lograr ciudades sostenibles: los centros urbanos integran ciclos productivos y contribuyen al uso inteligente de productos, materiales, agua y energía a escala ciudad – región. Las ciudades son territorios por

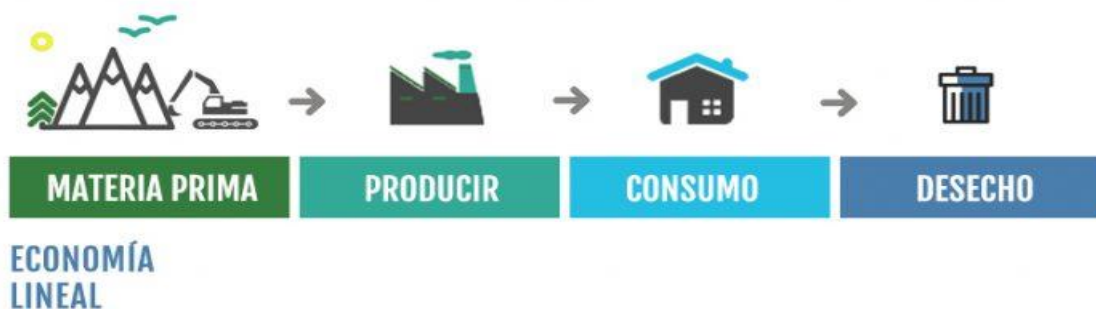
excelencia para el desarrollo de modelos que concilien principios económicos y ecológicos con base en flujos circulares de materiales, agua, energía y biomasa (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, 2022).

1.4 Economía circular

La economía circular (EC) se considera una modelo viable que permitirá corregir los problemas de la economía lineal. El modelo de economía lineal (Figura 1.3) tuvo su origen en la revolución industrial y esta se dio en Inglaterra en el siglo XVIII, época en la que se dieron muchos cambios tanto a nivel económico como social, acontecimiento que transformaron el modo de trabajo y la forma de pensar de la sociedad (Prieto Sandoval et al., 2017).

Figura 1.3

Modelo de Economía Lineal



Nota: Tomado de (CEADS, 2019)

El modelo 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, este 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 (Barragan Martinez & Barragan Vargas, 2017).

La EC es un modelo económico que se interrelaciona con la sostenibilidad, basada en el principio de «cerrar el ciclo de vida» de los productos, los servicios, los residuos, los materiales, el agua y la energía (Ghisellini et al., 2016; Geissdoerfer et al., 2017; Winans et al., 2017 & Pomponi et al., 2017) proporcionando sistemas que sean regenerativos a partir

de su propósito para proteger el valor de los recursos naturales no renovables, los productos y limitando, exponencialmente, los insumos de materias primas y energía (Morató, Tollin, & Jiménez, 2017) de modo que la economía pueda ser más sostenible y reducir su impacto medioambiental negativo mediante la mejora de la gestión de los recursos y la reducción de la extracción y la contaminación (Chaves & Monzón, 2018).

Una economía circular es reconstituyente y regenerativa por diseño, y se propone mantener siempre los productos, componentes y materiales en sus niveles de uso más altos. Tal como fue previsto por sus creadores, una economía circular es un ciclo de desarrollo continuo positivo que preserva y aumenta el capital natural, optimiza los rendimientos de los recursos y minimiza los riesgos del sistema, gestionando stocks finitos y flujos renovables; funciona de manera efectiva a cualquier escala (Cerdá & Khalilova, 2016).

Teniendo en cuenta estas definiciones, se puede decir entonces que la EC es un modelo económico interrelacionado con la sostenibilidad, cuyo objetivo es que el valor de los materiales, los recursos y los productos se mantenga en la economía durante el mayor tiempo posible, y que se reduzca al mínimo la generación de residuos. Se trata de implementar una nueva economía basada en el principio de cerrar el ciclo de vida de los productos, los servicios, los residuos, los materiales, el agua y la energía (Bohm et al., 2019).

1.4.1 Economía Circular vs. Economía Lineal

La EC al ser un modelo de producción y consumo competitivo y sostenible y, por ende, antagónico al obsoleto modelo lineal, persigue optimizar el uso de recursos, materias primas y energía, incorporando primero a la cadena de valor, y superando después las externalidades negativas. Una economía lineal se encarga de convertir los recursos naturales en residuos, esto por medio de los procesos de producción, lo que conduce a un deterioro del medio ambiente de dos formas:

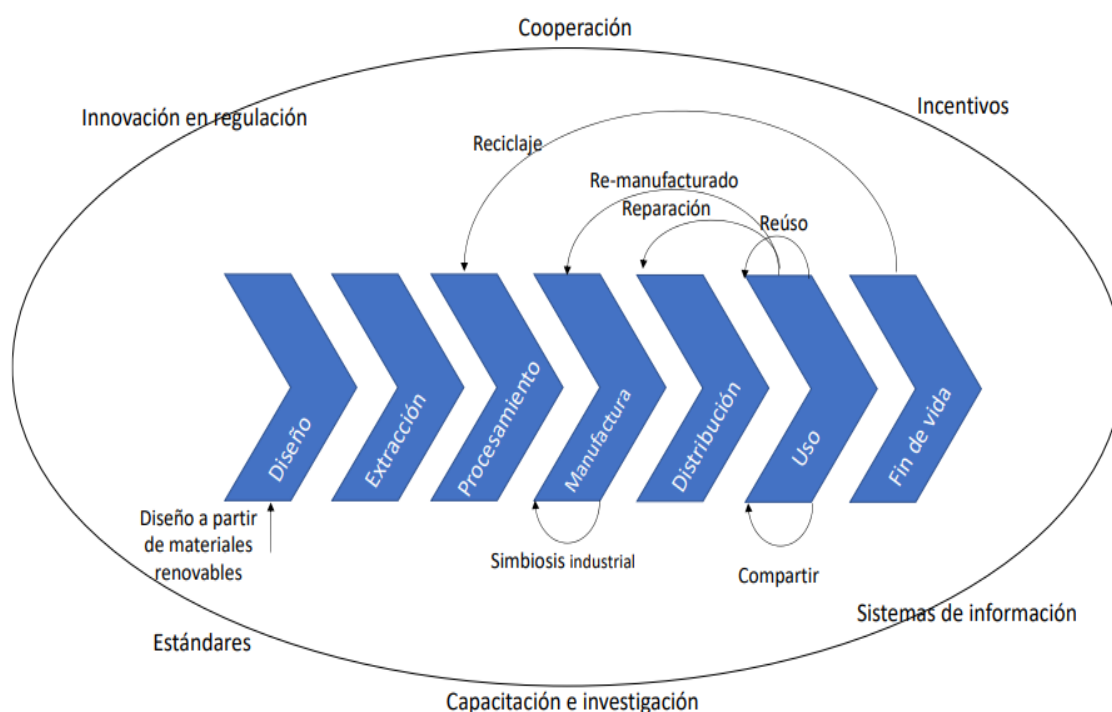
1. Eliminando el capital natural del medio ambiente (por medio de la extracción o cosecha insostenible), y
2. Reduciendo el valor del capital natural ocasionado por la contaminación por parte de residuos.

Este modelo es un sistema unidireccional, mismo que ha sido referido por Boulding (1966) como una economía del vaquero (Murray, Skene, & Haynes, 2015).

La sostenibilidad del modelo circular (Figura 1.4) radica en que la finitud de los recursos disponibles en el planeta no es esencial para que el sistema se mantenga o quiebre, pues tras el consumo del bien no se sucede el desecho, sino que se produce la fase de reciclado y/o reutilización (Díaz García, 2022).

Figura 1.4

Modelo de Economía Circular.



Nota: Tomado de (Van Hoof et al., 2022)

Es decir, en un sistema perfecto de EC el valor de los productos y materiales se mantiene durante el mayor tiempo posible, los residuos se reducen al mínimo, y los recursos se conservan dentro de la economía, aun cuando un producto haya llegado al final de su vida útil, con el fin de volverlo a utilizar repetidamente y seguir creando valor (Almeida-Guzmán & Díaz -Guevara, 2022). La economía circular establece sinergias entre las actividades productivas y los ciclos ecológicos al producir beneficios tanto en términos de eficiencia y competitividad económica como de calidad ambiental urbana.

Los principios de la economía circular (Tabla 1.3), están relacionados directamente con los ODS (Anexo 1). Buscan acabar con la pobreza, proteger al medio ambiente y garantizar

que todas las personas gocen de paz y prosperidad con una agenda planificada hasta el 2030.

Tabla 1.3

Principios en que se apoya una economía circular.

Principios en que se apoya una economía circular	
Principio 1. Preservar y aumentar el capital natural, controlando los stocks finitos y equilibrando los flujos de recursos renovables.	Cuando se necesitan recursos, el sistema circular los selecciona sabiamente y elige tecnologías y procesos que utilizan recursos renovables o del más alto rendimiento, siempre que sea posible. Una economía circular también aumenta el capital natural fomentando flujos de nutrientes en el sistema y creando las condiciones para la regeneración del suelo.
Principio 2. Optimizar el rendimiento de los recursos, circulando siempre productos, componentes y materiales en su nivel más alto de utilidad, en los ciclos técnico y biológico.	Lo expresado anteriormente significa diseñar para reelaborar, renovar y reciclar para mantener circulando en la economía los materiales y componentes, y contribuyendo a la misma. Los sistemas circulares utilizan bucles internos más ajustados siempre que sea posible (es decir, mantenimiento mejor que reciclaje), preservando la energía incorporada así como otros valores. Estos sistemas procuran extender más la vida del producto y optimizar la reutilización. El hecho de compartir incrementa la utilización del producto.
Principio 3. Promover la efectividad del sistema, haciendo patentes y proyectando eliminar las externalidades negativas.	Ello incluye reducir el daño causado a sistemas y áreas que afectan a las personas, tales como alimentos, movilidad, casas, educación, sanidad o entretenimiento, y gestionar externalidades tales como la contaminación del aire, el agua, la tierra, y el ruido, las emisiones de sustancias tóxicas y el cambio climático.

Nota: elaboración propia a partir de (Canu, 2017).

La aplicación de una EC contribuirá a la consecución del **Objetivo 12**, que persigue garantizar modalidades sostenibles de consumo y producción, que enlaza con los **Objetivos 8** “Trabajo Decente y Crecimiento Económico”, **9** “Industria, Innovación e Infraestructura”, o el **11** “Ciudades y Comunidades Sostenibles”, para, de manera conjunta, aumentar la competitividad y reducir la pobreza, y fomentar entre otras medidas, el uso

eficiente de la energía y de los recursos ambientales, los empleos ecológicos y una mejor calidad de vida (Anexo 1) (ES MAPAMA & MIMEINCO, 2018).

1.4.2 Características fundamentales de la Economía Circular

La EC se presenta como un sistema de aprovechamiento de recursos donde prima la reducción de los elementos: minimizar la producción al mínimo indispensable, y cuando sea necesario hacer uso del producto, apostar por la reutilización de los elementos que por sus propiedades no pueden volver al medio ambiente. Además de los principios y conceptos comentados anteriormente, (Cerdá & Khalilova, 2016) definen la EC a partir de una serie de características, siendo estas las siguientes:

- 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.

1.4.3 Implementación de la Economía Circular en el mundo

Tal como señalan (Ghisellini et al., 2016), la EC en China y en el resto del mundo parecen seguir patrones muy diferentes. La economía circular en China es un resultado directo de una estrategia política nacional, por tanto se trata de un enfoque de arriba-abajo, y su implementación se estructura siguiendo tanto un enfoque horizontal como vertical. Este enfoque de arriba-debajo de la estrategia nacional china también se refleja en los instrumentos utilizados, que son fundamentalmente de comando y control, más que basados en el mercado, tal como sucede en Europa, Japón y Estados Unidos (Cerdá & Khalilova, 2016).

Algunos países de América Latina y el Caribe ya avanzan en esa dirección. Colombia, por ejemplo, lanzó en 2018 la Estrategia Nacional de Economía Circular, con la que se busca incentivar a productores, proveedores, consumidores y demás actores de los sistemas productivos a desarrollar nuevos modelos de negocio que incorporen la gestión de los residuos, el manejo eficiente de los materiales y el cambio en el estilo de vida de los ciudadanos. Con las metas fijadas se pretende aumentar la actual tasa de reciclaje y utilización de residuos, que es del 8,7%, para que en 2030 ascienda al 17,9%. En México se identifican algunos sectores que han avanzado en la circularidad, como la industria automotriz o la del papel, motivados por la competitividad y rentabilidad (de Miguel et al., 2021).

En los países del Caribe, las políticas necesarias para mejorar la gestión de residuos requieren de un salto cuántico en el esfuerzo y de diversas estrategias para revertir parte de la degradación ambiental y el deterioro estético que se ha observado a lo largo de los años. Andrew (2018) citado en (de Miguel et al., 2021) indica que en los países del Caribe Oriental estos esfuerzos implican la introducción de prácticas y leyes sobre la separación de residuos. Específicamente, deben instituirse nuevas políticas para separar plásticos, botellas, productos químicos/residuos peligrosos y metales, e incluso promover políticas sobre la importación de vehículos e incentivos para la chatarra, y nuevas empresas de gestión y reciclaje de residuos.

En un análisis realizado en 2019 se establece que los países caribeños se beneficiarán de la economía azul, pero esto dependerá de su capacidad de gestionar los recursos y las actividades marinas de manera sostenible en el marco del derecho internacional. Este marco comprende una red compleja de acuerdos internacionales y regionales, organizaciones intergubernamentales y de la sociedad civil, y motores económicos basados en el mercado. Es necesario identificar los recursos críticos y los fondos para proporcionarlos. Los elementos antes descritos ayudarían a fomentar y reforzar acciones que promuevan la economía circular en los países de esta subregión (de Miguel et al., 2021).

A nivel mundial, algunas de las normas de la Organización Internacional de Estandarización (ISO) han venido siendo herramientas importantes y precursoras para promover una economía circular, entre ellas se pueden señalar, por ejemplo, a ISO 14001 (Sistema de gestión ambiental), ISO 26000 (Guía de responsabilidad social) e ISO/DIS 59004:2023 (Circular Economy – Terminology, Principles and Guidance for implementation), esta última por el comité ISO/TC 323, la cual pretende ser usada por organizaciones que buscan entender y comprometerse con la economía circular a la vez que contribuyen al desarrollo sostenible. Estas organizaciones pueden ser públicas o privadas, actuando individual o colectivamente, sin importar el tamaño o tipo, localización o posición (ISO, 2022).

1.4.4 Indicadores en Economía Circular

Aunque este concepto lleve ya décadas desarrollándose, no existía una metodología global para poder analizarla. Hoy en día la Unión Europea ha establecido indicadores para poder seguir la evolución de manera fiable y a escalas macroeconómicas y microeconómicas, aunque todavía se encuentran en fase de experimentación y desarrollo. En 2018 se acogió un marco de supervisión para la EC (De la Hoz Agresot, 2021). Estos 10 indicadores reflejan los avances en la transición hacia una EC y se clasifican en cuatro grandes áreas temáticas según se muestra en la Tabla 1.4:

Tabla 1.4

Indicadores de Economía Circular

Áreas	Indicadores de Economía Circular
Producción y consumo	➤ Autosuficiencia de materias primas para la producción. ➤ Contratación pública ecológica. ➤ Generación de residuos. ➤ Desperdicios de comida.

Gestión de residuos	➤ Tasas de Reciclaje. ➤ Flujos de residuos específicos (embalajes, biorresiduos, residuos electrónicos, etc.).
Materiales reciclados	➤ Contribución de los materiales reciclados a la demanda de materias primas. ➤ Comercio de materiales reciclados entre Estados miembros de la Unión Europea y con el resto del mundo.
Competitividad e innovación	➤ Inversión privada, empleo y valor añadido bruto. ➤ Patentes relacionadas con el reciclaje y los materiales reciclados.

Nota: Elaboración propia a partir de (De la Hoz Agresot, 2021).

1.4.5 Estrategias 10R de la economía circular

Potting et al., (2017) introdujeron las estrategias 10R de la EC, clasificadas por nivel de circularidad. Es decir, que R0 tiene el nivel más bajo de circularidad y R9 el más alto, como se explica en la Tabla 1.5:

Tabla 1.5

Estrategias 10R de la Economía Circular.

Estrategias 10 R de la Economía Circular		
R0	<i>Rechazar</i>	Permite que el producto sea innecesario al abandonar su función o que pueda ser fácilmente reemplazado por otro producto
R1	<i>Repensar</i>	El producto se utiliza de forma más intensiva
R2	<i>Reducir</i>	Aumenta la eficiencia de la fabricación del producto o consume menos recursos naturales
R3	<i>Reusar</i>	Ofrece reutilizar el producto por otro cliente, mientras el producto todavía está en buenas condiciones
R4	<i>Reparar</i>	Permite modificar o reparar el producto
R5	<i>Restaurar</i>	Permite restaurar el producto antiguo y lo actualiza
R6	<i>Remanufacturar</i>	Permite utilizar partes del producto desechado en un producto nuevo con la misma función
R7	<i>Reutilizar</i>	Permite utilizar partes del producto desechado para un producto nuevo con función diferente

R8	<i>Reciclar</i>	Permite procesar materiales para obtener la misma o menor calidad
R9	<i>Recuperar</i>	Permite la incineración de material con recuperación de energía

Nota: adaptado de (Nikanorova & Stankevičienė, 2020)

La R9 "recuperar" puede ser empleada con éxito mediante el uso de residuos sólidos, lo que posee una visión sustentable porque éstos compensan las emisiones desde combustibles fósiles, aminoran la generación de gases de efecto invernadero y generan energía renovables. Esto se conoce como valorización energética.

1.5 Desarrollo Local

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 sustentabilidad incluyendo los recursos energéticos de un territorio, con el objetivo de garantizar el bienestar de la población (Baleta et al., 2019).

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.

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 los mismos 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.

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 (2019); Torres (2019).

1.6 Modelo de Economía Circular en el desarrollo local: la ciudad circular

Los objetivos generales del desarrollo local engloban necesidades urbanas que pueden verse satisfechas mediante la implementación del modelo de EC, debido al gran número de beneficios y transformaciones que esta implica (ver figura 1.5).

La importancia de la implementación del modelo de la Economía Circular en la escala urbana reside en el hecho de que las ciudades son el principal responsable tanto del consumo de recursos como de la producción de gases de efecto invernadero. Es en ellas donde la mayoría de los materiales se usan y se desperdician, y donde los edificios, los vehículos y los productos están constantemente infrautilizados. En nuevo contexto global hace necesario un cambio radical en el sistema económico actual que se ha vuelto insostenible, y resulta imprescindible que ese cambio empiece por la forma de diseñar y pensar ciudades. De esta situación deriva la idea de ciudad circular (Díaz García, 2022).

Figura 1.5

Relación entre los objetivos de desarrollo local y la EC.



Nota: Elaboración propia.

La aplicación del modelo circular en las ciudades puede aportar enormes beneficios económicos, sociales y ambientales, entre los que se señalan: la demanda de la generación de empleo en los sectores industriales ofreciendo miles de oportunidades laborales, es así que de alguna manera se mejorara la calidad de vida de las personas, además del mayor beneficio económico para los clientes es el aprovechamiento entre la mejor relación calidad y precios (Saldarriaga Castillo, 2020). Una ciudad circular genera una mejor calidad del aire y la salud urbana, con menos emisiones de carbono y contaminación y mejores interacciones sociales; consolida una movilidad urbana sostenible a través de una mayor eficiencia energética y uso de energías alternativas en el transporte público masivo.

También se puede fomentar el surgimiento de una ciudad en la que la productividad económica aumenta gracias a la reducción de la congestión, la eliminación de los desechos y la reducción de los costes, y en la que las nuevas oportunidades de crecimiento y de negocios pueden apoyar el desarrollo de las aptitudes y los empleos; que además, mantiene los materiales de uso y reduce las demandas de materias vírgenes, trabajando con capacidad de producción tanto local como distribuida, y aprovechando la tecnología digital.

Estos beneficios pueden lograrse cambiando la forma en que se planifican, diseñan y funcionan los sistemas urbanos, así como la forma en que se fabrican, utilizan y reutilizan. Es fundamental promover la regeneración de las ciudades, entendiendo esta regeneración urbana como la transformación de la ciudad existente que no se limita en una mera transformación espacial, sino que afecta también a su contexto logístico, social y económico (Martínez Fernández, 2021)

La ciudad circular implica una visión holística del contexto urbano en todas sus esferas; en ese aspecto, la EC representa un marco completo en el que se pueden definir de manera integral las líneas de actuación lo que puede ayudar a abordar prioridades importantes y apremiantes en materia de vivienda, movilidad y desarrollo económico desde una perspectiva global de la ciudad (Fernández, 2021).

La relación entre las prácticas relacionadas con la economía circular y su impacto en el empleo es algo conocido. El impacto en el empleo se debe al aumento del gasto, impulsado por los precios menores de lo esperado en los distintos sectores y a la intensidad de la mano de obra de las actividades de reciclaje de alta calidad y los trabajos altamente cualificados en la refabricación (Ellen MacArthur Foundation, 2015). Según este último trabajo, los empleos se crearían en el sector industrial y servicios.

En la actualidad, aun, se echa en falta la presencia de actividades económicas en relación con el tema de la EC o de consumo de proximidad, como las vinculadas a la gestión de residuos y subproductos, mercados locales con regulación adaptada, que puedan servir de espacio para el prototipado de nuevas iniciativas emprendedoras, instalaciones o maquinaria compartidas por diferentes proyectos, entre otras (Cueto & Escudero-Castillo, 2020).

1.7 Desarrollo local en Cuba

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; contienen como aspectos fundamentales lo económico, social y ambiental. Por lo que debe preservar los cambios estructurales que potencien la solidaridad, justicia social, calidad de vida y uso racional de recursos endógenos, garantiza una mejora del bienestar social en el presente y el futuro (Pino y Becerra, 2003).

El desarrollo territorial en Cuba parte de las grandes deformaciones y desigualdades socioeconómicas previas al triunfo de la revolución en enero de 1959 y, por tanto, de la necesidad impostergable de encaminar esfuerzos hacia el ordenamiento de los territorios en aras del desarrollo demandado por el proceso revolucionario en auge.

Según un estudio de Boisier (1999) y análisis realizados en 1994 en el Laboratorio Integrado de Diseño de Estrategias Regionales, con sede en la capital chilena, el desarrollo territorial es un proceso localizado de cambio social sostenido que tiene como finalidad el progreso permanente del territorio, la localidad, la comunidad y de cada individuo residente en ella. Además de vincularse estrechamente a un proceso de crecimiento económico, el desarrollo territorial requiere las siguientes condiciones:

- Autonomía creciente para emprender un estilo propio de desarrollo y aplicar políticas autóctonas: para ello es necesaria una verdadera descentralización que cuente con la participación política de la población y excluya cualquier forma de autoritarismo.
- Capacidad de apropiarse del plus producto para reinvertir en el proceso: esto permite superar gradualmente las estructuras de producción obsoletas y diversificar la base económica, posibilitando un desarrollo sostenible a largo plazo con cimientos más sólidos, una actitud permanente de concientización respecto a la

protección ambiental y el uso racional de los recursos naturales, al tiempo que se propicia el mejoramiento del bienestar de la población.

- Identificación plena de la población con su territorio: dando sentido de identidad al desarrollo territorial y vinculándose con la historia, la psicología, la lengua, la tradición y el arraigo sociocultural de los habitantes; por ello debe predominar un verdadero sentimiento de pertenencia que desarrolle la cohesión y motive a cada individuo, la unidad de lo cotidiano como condición indispensable para ejercer las diversas actividades del individuo en la sociedad.

1.7.1 Modelos de desarrollo local en Cuba

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, 2016). Un elemento distintivo del DL para Cuba es que constituye un complemento necesario a las políticas y objetivos nacionales pues las iniciativas de DL deben revitalizar el vínculo entre las autoridades centrales y la administración provincial y municipal para brindar mayor protagonismo a los actores locales en la búsqueda de soluciones a sus propios problemas (González y Samper, 2005).

Castro (2015); por su parte plantea que los sistemas locales de innovación, orientados adecuadamente desde las perspectivas y prioridades de gobierno local, estimulan una mejor gestión de gobierno con enfoque de sostenibilidad, un ejemplo lo constituye la articulación del proyecto ramal Gestión Universitaria del Conocimiento y la Innovación para el Desarrollo (GUCID), en respuesta a las demandas de los diferentes municipios en el país y que dispone de un set de indicadores que permiten evaluar la contribución al DL (Castro Perdomo, 2015); Rajadel (2015).

La gestión de proyectos en el DL debe basarse en que los actores locales son las instancias provinciales y municipales del Poder Popular y las entidades productivas y no productivas locales (Lazo, 2002; Rodríguez, 2005), para que estos proyectos tengan éxito exige el mejoramiento continuo de la gestión de los decisores y actores del DL en los territorios (Ruíz y Becerra, 2015). En la búsqueda del DL en Cuba se han diseñado modelos, metodologías y procedimientos entre los que se encuentran:

- Modelo general de dirección del desarrollo local (Lazo, 2002).
- Propuesta metodológica iniciativa municipal para el desarrollo local. (González y Samper, 2005)

- Metodología para una estrategia de desarrollo local. (Silva, 2007)
- Modelo conceptual para el desarrollo local basado en el conocimiento y la innovación. (Bofill, 2010)
- Propuesta metodológica para alcanzar el desarrollo endógeno en localidades de Pinar del Río. (Díaz y Rodríguez, 2011)
- Procedimiento para determinar los factores incidentes en la potenciación del desarrollo socioeconómico local. (González et al., 2013)
- Modelo de ordenamiento de las actividades de interfaces para la gestión integrada de la ciencia, tecnología, innovación y medioambiente a nivel territorial (Castro Perdomo, 2015).
- Modelo para la gestión energética en los órganos de gobierno local en Cuba (Correa Soto, 2021).

En común estos modelos, metodologías y procedimientos consideran el uso racional de los recursos, la gestión de energía y el medio ambiente presentes en los territorios, sin embargo no se considera el modelo de EC.

1.7.2 Estrategias de Desarrollo Local en Cuba

La estrategia de desarrollo necesita un alto nivel de organización a fin de aprovechar todos los recursos, requiere la potenciación de las estructuras

existentes en el ámbito municipal y su funcionamiento integrado. El desarrollo local, en su intención de contribuir al mejoramiento de las condiciones de vida de la población en el municipio, moviliza recursos endógenos y soluciona problemas en esta escala con un enfoque multidimensional de acción, tanto en lo económico-productivo como en lo político-institucional, lo sociocultural y lo ambiental.

Machín et al., (2019) realizan un análisis de los antecedentes que conllevan a la actualización de la gestión de los órganos cubanos de gobierno local; transitando desde el VI Congreso del Partido Comunista de Cuba (PCC) en el año 2011, donde se planteó la necesidad de actualizar el Modelo Económico y Social del país. Este proceso de actualización establece, desde su conceptualización, el perfeccionamiento del Estado (Triana, 2012, Triana, 2016, Triana, 2018), sus sistemas, órganos y métodos de dirección; como rector del desarrollo económico y social, coordinador y regulador de todos los actores en el país. El experimento desarrollado, en las provincias Artemisa y Mayabeque,

implementó en los municipios de ambas provincias reformas que en su mayoría fueron de índole administrativas (Pérez, 2015), con el propósito de evaluarlas y generalizarlas en los restantes municipios de las provincias en Cuba.

En el Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social (PNDES) hasta el 2030 se expresa la estrategia a seguir hacia un gobierno socialista, eficaz, eficiente y de integración social (PCC, 2017; Pérez y Díaz, 2019; (Díaz-Canel Bermúdez & Delgado Fernández, 2020),(Díaz-Canel Bermúdez & Delgado Fernández, 2021); en armonía con los ODS de las Naciones Unidas (Díaz-Canel Bermúdez & Delgado Fernández, 2020),(Díaz-Canel Bermúdez & Delgado Fernández, 2021); Machín et al., (2019) incorporan al análisis los pilares fundamentales para la gestión de gobierno en Cuba, siendo estos: (1) responder al mandato del pueblo y para el pueblo, por ello los cuadros tienen que tener capacidad y actitud para rendir cuenta de su gestión ante él, (2) establecer una vinculación debate-diálogo permanente con la población, (3) presentar diversas alternativas ante cada situación problemática que se presente en el país, y (4) utilizar la comunicación como instrumento de trabajo en la gestión de gobierno, posibilitando la interacción (Llanes et al., 2019; Díaz Canel (2020); Díaz Canel (2021) y alianzas entre el gobierno-sociedad- sector no estatal (Díaz Canel (2020); Triana (2020) Galeano (2020); Díaz Canel (2021).

Esta actualización constituye un desafío político; donde lo local cobra mayor importancia y los resultados de esta reforma deben responder a la aplicación de principios estratégicos jurídicos como: (1) la descentralización, (2) la participación ciudadana y (3) la transparencia entre sus objetivos la transformación paulatina de las comunidades o Consejos Populares (CP):Carmona (2020);Cordero (2020); García (2020). De ahí, la necesidad del perfeccionamiento del régimen jurídico de la administración local en Cuba, al situar al municipio como eje central de la AP y GP en el país.

Los gobiernos locales en Cuba tienen necesidad y han mostrado interés en gestionar los recursos energéticos presentes en su territorio a tono con la política para el desarrollo perspectiva de las fuentes renovables de energía y el uso eficiente de la energía; y las dimensiones estratégicas para el desarrollo sostenible del país hasta el 2030 (Puig, 2014; Correa et al., 2016; Correa, González y Hernández, 2017; Correa et al., 2018; Correa et al., 2018b).

En los Lineamientos de la Política Económica Social de Partido y la Revolución, específicamente el número 74 refiere situar en primer plano el papel de la ciencia, la tecnología y la innovación en todas las instancias, teniendo como base la estrategia de

trabajo del Gobierno con las instituciones de la ciencia, la misión que corresponde a la Academia de Ciencias de Cuba y la implementación de las políticas aprobadas, con un sentido amplio de participación en el cumplimiento de los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social.

Aunque en el país se reconozca la estrategia del medio ambiente, existe problema con la cultura del impacto ambiental porque no se tiene una visión futura con respecto al trabajo que se va a realizar, sino que este se realiza sin medir que las consecuencias que este pueda traer para la sociedad en un futuro. La sostenibilidad implica la gestión eficiente de los recursos naturales y los ecosistemas, en relación con la demanda antrópica que de ellos se hace. Por ello el concepto de sostenibilidad parte de dos premisas básicas: la escala y el índice de utilización de materiales y energía a través del sistema económico, los que están sometidos a una limitación antrópica, y la segunda, la intervención humana (pública, empresarial y cívica), la que es necesaria, porque el mercado por sí mismo es incapaz de reflejar la limitación de un recurso natural o ecosistema, de modo preciso. Si los fallos de mercado y las externalidades negativas existen, que es como explica la teoría económica los problemas ambientales, esto exige una dosis alta de intervencionismo, en primera instancia gubernamental y en segunda instancia de los consumidores y grupos de interés (ONGs Ambientalistas).

1.8 Estrategia de Economía Circular en Cuba

Cuba, en su implementación de política ambiental no ha internalizado una estrategia de EC, sin embargo han existido en los últimos 60 años varias iniciativas asociadas al modelo, como los sistemas de reciclaje que han funcionado para revalorizar residuos y en los que han intervenido actores del sector estatal y no estatal.

El Grupo Empresarial de Reciclaje de Cuba se encarga de recuperar, procesar y comercializar desechos reciclables de la industria, el comercio y la población. Se encuentra integrada por 24 empresas del territorio nacional y es atendido por el Ministerio de Industrias de Cuba. Actualmente, algunas de las empresas que forman parte del Grupo también comenzaron a incursionar en la fabricación de nuevos productos a partir de los ya reciclados; se visualiza de esta forma, el cierre el ciclo completo del desecho (recuperación, descontaminación, procesamiento y fabricación del nuevo producto); ahí se da el salto de ser intermediarios a ofertar productos finales (Grupo Empresarial de Reciclaje, 2021).

Los sectores con mayores potencialidades a nivel mundial para la implementación de un modelo de Economía Circular y que desde luego han tenido mayores éxitos en la misma

son los sectores agroalimentario, químico, de la salud y el turismo. Los sectores con mayores potencialidades en Cuba se explican en la Tabla 1.6:

Tabla 1.6

Sectores con mayor potencialidad para la implementación de la EC en Cuba

Sectores con mayor potencialidad para la implementación de la EC en Cuba	
Industria Química	Se deben establecer procesos de simbiosis industrial con otras industrias pero es posible y necesario que el mismo se trace una estrategia circular en su proceso productivo
Sector de la Salud	Es un sector clave de la economía cubana, con gran dinamismo en sus inversiones, por lo que pudiera trabajar en la implementación de una estrategia de este tipo. El mismo presenta grandes importaciones de insumos y materiales que pudieran disminuir si este llevase a cabo un proceso circular de manera independiente de la industria del reciclaje (lo que no fragmentaría el proceso) y que lo llevaría a ser autosustentable en muchos elementos.
Turismo	Se debe implementar una estrategia de Economía Circular ya que puede a través de sus campañas de marketing diseñar estrategias para atraer clientes con un comportamiento medioambientalmente sostenible y crear una cultura de reciclaje en sus instalaciones. Esta industria debe invertir en formación, innovación e investigación y dotarse de los recursos necesarios para transitar a un modelo de Economía Circular en el sector

Nota: elaboración propia a partir de (Piloto Chávez & Ruíz Acosta, 2022)

En Cuba, el sector agroalimentario, es uno de los más deprimidos, de acuerdo a sus bajas productividades y pocas inversiones, lo que tributa a que el mismo esté muy poco dinamizado en la economía, a pesar de ello no está ajeno de la posibilidad de una estrategia circular en el mismo (Piloto Chávez & Ruíz Acosta, 2022).

Existen estudios a nivel mundial que demuestran la vinculación por medio de un proceso de simbiosis industrial entre la industria petrolera y la constructiva, y los beneficios palpables que trae para ambos sectores (Caicedo et al., 2015). Ello podría tener aplicabilidad en Cuba ya que la industria de perforación y extracción de petróleo podría establecer relaciones de simbiosis industrial con la industria de fabricación de cemento. La industria de perforación y extracción de petróleo podría proveerle parte de sus residuos a la industria del cemento y esta última lo utilizaría como insumo de su producción,

estableciéndose una simbiosis industrial con condiciones beneficiosas para ambas (Piloto Chávez & Ruíz Acosta, 2022).

En diciembre de 2021 se lanzó el Proyecto Internacional de Asistencia Técnica para la Economía Circular en Cuba, organizado por la Dirección de Ciencia, Tecnología e Innovación del CITMA, donde se presentó un resumen sobre el progreso de la EC en Cuba hasta la fecha y se resaltaron programas nacionales que muestran buenos resultados de la gestión estatal de los recursos naturales y los ecosistema:

- Programa de reforestación con una recuperación de la cobertura boscosa de 14% a 30% en solo 60 años
- Programa de Voluntad Hidráulica que ha permitido disponer de 9000 millones de metros cúbicos en acuíferos subterráneos
- Programa de la Revolución Energética que sustituyó bombillos incandescentes por ahorradores e introdujo la generación eléctrica distribuida y el aprovechamiento gradual de fuentes de energía renovables.
- Plan de gobierno Tarea Vida (2017) que entre sus medidas de mitigación apuesta por la introducción de energías renovables y modelos de gestión más eficientes que permitan ciclos de producción cerrados donde la economía circular es un elemento clave.

A principios de 2021 el CITMA comenzó a trabajar en el Macroprograma de Recursos Naturales y Medio Ambiente que posee un proyecto orientado al “Consumo, producción sostenible y economía circular”. Dentro de dicho proyecto el Ministerio presentó una propuesta de estrategia para abordar el tema específico de la economía circular y que serviría de sombrilla a estas iniciativas en Cuba. Esta estrategia única a nivel de país define los objetivos, sectores priorizados, los períodos de trabajo entre otros indicadores en función de la economía circular en Cuba. Fue presentada en 2021 al Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros.

La Ley 150 “Ley del Sistema de los Recursos Naturales y el Medio Ambiente”, de 14 de mayo del 2022, en su Artículo 11, inciso i), establece que el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente fomenta e impulsa la integración de los principios del consumo y la producción sostenible y la economía circular, en el quehacer y actividades de los organismos de la Administración Central del Estado, del sistema empresarial y demás actores económicos y sociales de la sociedad, así como en los estilos de vida de la población (ANPP, 2023).

1.9 Conclusiones parciales

Al término del presente capítulo se arriba a las siguientes conclusiones:

1. La necesidad de que existan más ciudades sostenibles en el mundo responde a los Objetivos de Desarrollo Sostenible declarados por las Naciones Unidas, y una de las formas de acelerar esta transición es el uso del modelo de circularidad.
2. La economía circular establece sinergias entre las actividades productivas y los ciclos ecológicos al producir beneficios tanto en términos de eficiencia y competitividad económica como de calidad ambiental urbana, asimismo, el uso de las 10R e indicadores permite seguir su evolución de manera fiable a varias escalas.
3. El modelo de economía circular puede ser incorporado de manera factible en la estrategia de desarrollo local; en Cuba se están dando los primeros pasos para incorporar este modelo desde las ciudades tomando en cuenta las estrategias de desarrollo local de los municipios.

Capítulo II

Capítulo II: Caracterización energética y medio ambiental del territorio de Cienfuegos. Análisis de las potencialidades para la aplicación del modelo de Economía Circular

2.1 Introducción

En este capítulo se realiza la caracterización energética y medio ambiental de Cienfuegos con el apoyo de un grupo de expertos con un coeficiente entre medio y alto que laboran en el Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente (CEEMA) y del Centro del Estudio de Desarrollo Local de la Universidad de Cienfuegos, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), y Gobierno local de Cienfuegos. Además se analizan las potencialidades de aplicación del modelo circular en la provincia a través de estudios anteriores en el sector industrial y residencial.

2.2 Caracterización de la provincia de Cienfuegos

La provincia Cienfuegos tiene una extensión superficial de 4 188,61 km², por lo que es una de la más pequeñas de Cuba; tiene una población residente de 401 738 habitantes y una densidad poblacional de 95,9 hab/km² (ONEI, 2023). La provincia de Cienfuegos se encuentra situada en el centro-sur del país entre las coordenadas 210 21' y 220 35' de latitud norte y 800 20' y 810 10' de longitud oeste. Limita al Norte con los municipios de Ranchuelo y Santo Domingo (provincia de Villa Clara) y con los municipios Calimete y Los Arabos (provincia de Matanzas), al Este con el municipio de Manicaragua (provincia de Villa Clara) y con el municipio de Trinidad (provincia de Sancti Spíritus) y al Sur limita con el Mar Caribe y al Oeste con los municipios Ciénaga de Zapata y Calimete de la provincia de Matanzas. Se encuentra conformada por ocho municipios: Aguada de Pasajeros, Rodas, Palmira, Lajas, Cruces, Cumanayagua, Cienfuegos y Abreus (Cantero Madrazo, 2016).

2.3 Caracterización del municipio de Cienfuegos

La Ciudad de Cienfuegos es el asentamiento principal del municipio de Cienfuegos declarada por la Organización de Naciones Unidas para la Educación y la Cultura (UNESCO) Patrimonio Cultural de la Humanidad en el 2005. 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.

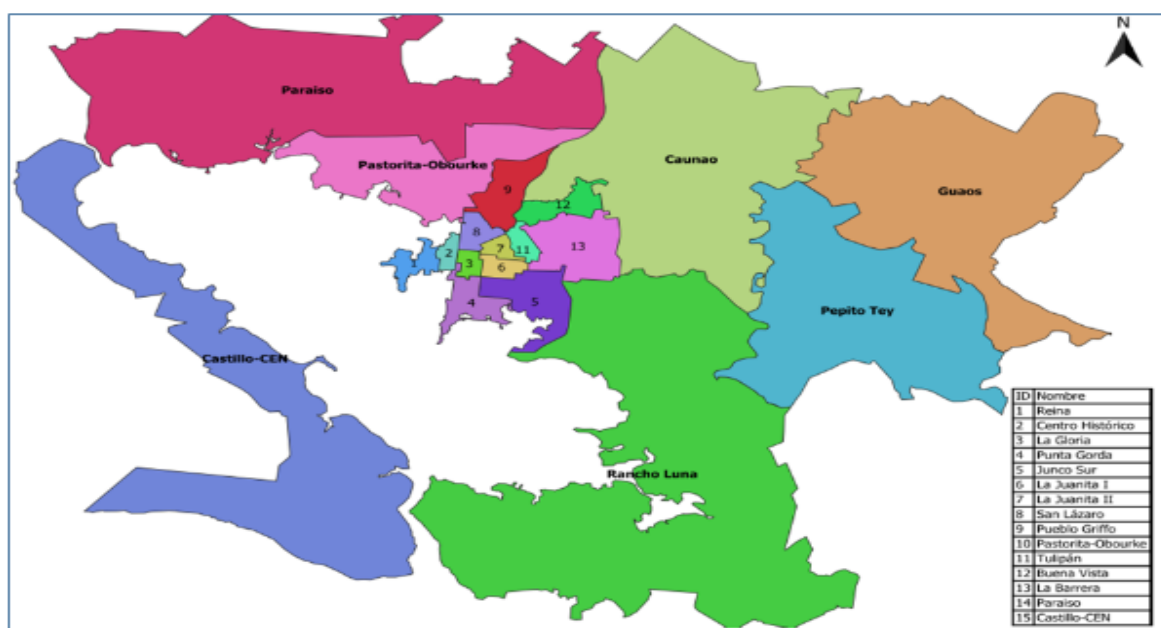
La extensión superficial del municipio Cienfuegos es de 356,3 km, con una población residente de 178 368 habitantes y una densidad de población de 501,6 hab/ km², este municipio se encuentra situado en el centro sur de la provincia a los 220 7'y 30" de latitud norte y 180 18'de longitud oeste sobre la 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.

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 municipio de Cienfuegos cuenta con 19 Consejos Populares (CP) (Figura 2.1) 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, Caonao, La Gloria, Tulipán, La Barrera, Buenavista, San Lázaro, Paraíso, Rancho Luna, Punta Gorda, Guaos, Pepito Tey y Castillo CEN.

Figura 2.1

Mapa del municipio Cienfuegos y sus consejos populares municipio de Cienfuegos



Nota: tomado de Dirección Provincial de Planificación Física.

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 24.6°C, el mes de enero es el más frío con una temperatura media de 21.2 °C. 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 25 mm de acumulado. En el municipio no nace ningún río de importancia, sin embargo 4 ríos como el Damují, Caunao, Arimao y Salado recorren parte del territorio y desembocan en la bahía.

El territorio presenta diversidad en el potencial natural, tanto para el desarrollo de la actividad humana: residencial, industrial, marítimo-portuaria, agropecuaria, forestal, minera, pesquera, turístico-recreativa y otros; así como para la conservación de ecosistemas irrepetibles en el municipio con gran valor florístico y faunístico como los que agrupa el área protegida Guanaroca (ONEI, 2022).

2.3.1 Caracterización energética y medioambiental del municipio de Cienfuegos

Para la caracterización energética y medio ambiental del municipio de Cienfuegos se hace necesario la utilización de un grupo de expertos, para su selección se tendrá en cuenta los siguientes criterios:

- Años de experiencia.
- Vinculación a la actividad lo más directamente posible.
- Capacidad para trabajar en equipo.
- Conocimiento del tema a tratar.

Se utiliza la metodología de Cortés e Iglesias (2005) para el cálculo del coeficiente de competencia, la misma tiene como objetivo asegurar que los expertos que se consultan verdaderamente pueden aportar criterios significativos respecto al tema objeto de estudio. Se seleccionan aquellos expertos que tengan un coeficiente de competencia entre medio y alto.

Se realiza el cálculo del número de expertos a través de la siguiente expresión:

$$n = \frac{p(1 - p)k}{i^2} \quad \text{Ecuación 2.1}$$

Donde:

1 - a: Nivel de significación estadística (nivel de confianza).

k: constante que depende del nivel de significación estadística.

p: proporción de error que se comete al hacer estimaciones del problema con n expertos.

i: precisión del experimento. ($i \leq 12$).

Mediante la ecuación 2.1 se define el grupo de trabajo, los cálculos de los criterios fijados fueron:

- proporción de error p (1%) se debe a la carencia de expertos en Cuba medio ambiental local, sin embargo, si existen expertos en temáticas relacionadas gestión del medio ambiente, desarrollo local, gestión pública y control de gestión.
- precisión del experimento i (8%, precisión media) se cumple la premisa que tiene que ser $\leq 12\%$.
- nivel de significación estadística ($1-\alpha$) se establece para un Nivel de Confianza de 99% de forma que sea lo más fiable posible los criterios establecidos por el grupo de trabajo.

$$n = \frac{0.01(1 - 0.01)6.6554}{(0.08)^2} = \frac{0.06589836}{0.0064} = 10.29 \approx 11$$

El grupo de trabajo queda conformado por 11 miembros; de conjunto y con el consenso del CITMA se determina que sus integrantes deben pertenecer al Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente (CEEMA) y del Centro del Estudio de Desarrollo Local de la Universidad de Cienfuegos, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), y Gobierno local de Cienfuegos.

A los integrantes del grupo se les realiza un análisis de experticia según se muestra en la Tabla 2.1:

Tabla 2.1

Cálculo del coeficiente de competencia de cada experto.

Expertos	Actividad que desempeña	Años de experiencia	Coeficiente de conocimiento (Kc)	Coeficiente de argumentación (Ka)	Coeficiente de Competencia (Kcomp=Kc+Ka/2)	Nivel
1	Académico	> 25 años	0.90	$0.2+0.4+3(0.05)+0.04=0.79$	0.85	Alto
2	Académico	> 25 años	0.80	$0.2+0.4+4(0.05)=0.90$	0.80	Alto

3	Académico	> 10 años	0.80	$\frac{0.3+0.5+0.03+0.04+0.05+0.04}{6}=0.9$	0.88	Alto
4	Académico	> 25 años	0.90	$0.2+0.4+3(0.05)+0.04=0.79$	0.85	Alto
5	Académico	> 25 años	0.80	$0.2+0.5+2(0.03)+2(0.04)=0.84$	0.82	Alto
6	Funcionario	> 25 años	0.70	$0.3+0.4+4(0.03)=0.76$	0.73	Medio
7	Académico	> 25 años	0.80	$0.2+0.4+4(0.05)=0.90$	0.80	Alto
8	Funcionario	> 10 años	0.90	$0.2+0.3+3(0.03)+0.04=0.63$	0.77	Medio
9	Funcionario	> 20 años	0.70	$0.2+0.4+0.05+3(0.04)=0.77$	0.74	Medio
10	Funcionario	> 5 años	0.70	$0.3+0.4+0.03+4(0.03)=0.79$	0.76	Medio
11	Funcionario	> 20 años	0.70	$0.2+0.3+0.04+4(0.02)=0.62$	0.66	Medio

Nota: Elaboración propia.

Conformado el Grupo de Expertos se procede analizar la información y datos procedentes de las siguientes fuentes:

- Anuario Estadístico Cienfuegos (municipio y Provincia) Edición 2022, ONEI Provincial y Municipal de Cienfuegos.
- Estrategia Ambiental Territorial municipio de Cienfuegos correspondiente al período 2021 al 2030, por la Delegación Municipal de Tecnología y Medio Ambiente.
- Tesis de grado, maestrías y doctorados de la Universidad de Cienfuegos.
- Estrategia del municipio de Cienfuegos aprobada por el Gobierno Municipal.

Diagnóstico energético del municipio de Cienfuegos

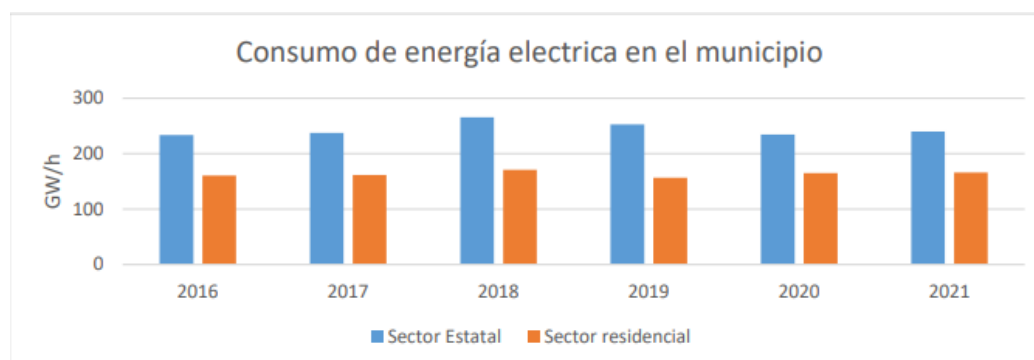
Para el diagnóstico energético en el municipio de Cienfuegos se utiliza la metodología propuesta por Correa Soto (2021) y la información reflejada en el anuario estadístico del municipio de Cienfuegos edición 2022.

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/h1 , 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 (Figura 2.2).

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 (Guerrero Soto, 2023).

Figura 2.2

Consumo de energía eléctrica en el municipio de Cienfuegos



Nota: Tomado de (Guerrero Soto, 2023).

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).

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

- 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) en el edificio 12 Plantas en Pueblo Griffo y dos hostales ubicados en los CP La Gloria y Punta Gorda, con una proyección de ahorro de 5,64 tep.
- Residuos sólidos urbanos: 109,86 tep: esta potencialidad está enfocada en el procesamiento de RSU recolectados en el municipio con alto valor calorífico que al ser procesados mediante la tecnología Tratamiento Mecánico-Biológico.

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 autoproducidos el 2,12 %.

Las importaciones representan el 85.45 %, dentro de los productos destacan: petróleo crudo, aceite y grasas lubricantes terminados, asfalto, combustible diesel, fuel oil, gas licuado, gasolina motor, naptas 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 está dirigido hacia el sector estatal, no estatal y el residencial, siendo el de mayor representatividad la energía eléctrica con el 46,78%.

A tono con el análisis anterior realizado hasta el año 2018 por (Correa Soto, 2021), en noviembre del 2019 el Consejo de Estado aprobó el Decreto-Ley No. 345 "Del desarrollo de las fuentes renovables y el uso eficiente de la energía", donde se hizo énfasis en la necesidad de incrementar la elevación de la participación de las fuentes renovables de

energía en la generación; la sustitución progresiva de los combustibles fósiles; la diversificación de la estructura de los combustibles fósiles empleados en la generación de energía eléctrica; la elevación de la eficiencia y el ahorro energéticos; la estimulación de la inversión, la investigación y la elevación de la eficiencia energética, así como la producción y utilización de energía a partir de fuentes renovables, mediante el establecimiento de incentivos y demás instrumentos que estimulen su desarrollo.

Como parte de la implementación de la Estrategia de Desarrollo Económico y Social el gobierno local del municipio Cienfuegos implementa programas locales con salida a la Línea de Actuación Estratégica: "Desarrollo energético y cuidado del medio ambiente", dirigida a la gestión, uso racional y sostenible de los portadores energéticos en el municipio, como al manejo racional del agua, los residuos y la conservación del patrimonio natural para su propia salvaguarda.

Diagnóstico Medio Ambiental del municipio de Cienfuegos

El municipio de Cienfuegos tiene aprobada la Estrategia para el período 2021 al 2030, definiéndose la primera etapa hasta el año 2025, esta estrategia se confecciona como resultado del esfuerzo investigativo en la Dirección Municipal del CITMA e instituciones que manejan de una u otra forma los recursos naturales y el medio ambiente, constituyendo la principal herramienta de trabajo en la esfera ambiental en el mismo y condicionando las estructuras y proyecciones a través de las cuales se obtengan avances en la gestión ambiental a nivel de municipio, contextualizándose las empresas donde se visualizan los problemas ambientales a través de las estrategias y planes de acción de sus entidades, con el objetivo de fortalecer el concepto de desarrollo económico y social sostenible, implícito en la Constitución de la República de Cuba, con la identificación de sus prioridades para su contribución al desarrollo sostenible a partir de los programas de implementación. Existen en el municipio áreas con manejo inadecuado del recurso suelo, unas afectadas por procesos erosivos, los cuales se manifiestan en todo el territorio, en áreas agrícolas, pecuarias y en playas y se agravan en las zonas de relieve ondulado con una erosión acelerada en este frágil ecosistema, debido al riego inadecuado con aspersores de mediana y alta presión en pendientes mayores del 12%, además al manejo inadecuado del recurso suelo. En otras áreas el manejo inadecuado de los suelos se manifiesta por la intensa deforestación, así como prácticas agrícolas inadecuadas y el uso indebido del recurso, que afecta la capa vegetal, intensificando cada año la erosión potencial.

También el desarrollo de procesos de tumbas y minado de la tierra, por parte de los campesinos, al abandonar las parcelas de autoconsumo, afectadas por las prácticas agrícolas inadecuadas que incrementan el mal manejo y los procesos erosivos del suelo. La construcción sobre las dunas arenosas y la tala indiscriminada de su vegetación protectora (uveral) altera el perfil de las playas, por ejemplo: El Inglés, Rancho Luna y La Tatagua, las que necesitan acciones correctivas urgentes, a la luz del impacto del cambio climático. En este sentido se trabaja de conjunto con el Instituto Nacional de Ordenamiento Territorial y Urbanismo y la Vivienda, a fin de erradicar las ilegalidades que están afectando a la zona costera.

Por otra parte, la explotación irracional e ilimitada de los recursos minerales y de materiales de construcción, contribuye apreciablemente a la degradación de los suelos, al azolvamiento del cauce de los cuerpos de aguas superficiales y lagunas conexas, y al deterioro de la zona costera aledaña a su desembocadura. Tal es el caso de la actividad extractiva que se ejecuta en las márgenes del río Arimao que además de afectar considerablemente a los suelos del territorio, impacta negativamente sobre el área protegida Laguna de Guanaroca-Punta Gavilanes, categorizada como Refugio de Fauna, por contribuir a la deposición de áridos y en general de sedimentos, la que según criterios de expertos del Centro de Estudios Ambientales tenderá a desaparecer en menos de 50 años si no se toman las acciones mitigatorias pertinentes, además de degradar su desembocadura al Mar Caribe y afectar el ecosistema arrecifal de la Playa Rancho Luna. En el municipio existen cuatro cuencas superficiales no identificándose ninguna como fundamental. Uno de los problemas fundamentales de las aguas que se depositan en el embalse Paso Bonito tiene relación con las concentraciones de hierro (Fe) y manganeso (Mn) presente en sus aguas, las cuales se encuentran formando parte de la composición geológica de la cuenca hidrográfica en la cual se han descrito formaciones ígneas, carbonatadas y arcillas, en las cuales el predominio de estos elementos es elevado.

Tabla 2.2

Cuencas existentes en el municipio y que vierten sus escurrimientos en el litoral del mismo.

No.	Cuenca del río	Área			Pendiente de Cuenca	Longitud del río Principal	Pendiente del Río
		Dentro de la Provincia	Fuera de la Provincia	Total			
		Km ²	Km ²	Km ²			
					0/00	Km	0/00

1	Arimao	671.5	323.0	994.5	130.0	82.6	2.7
2	Caunao	473.0	117.5	590.5	60.1	53.9	3.5
3	Damuji	1076.2	59.5	1135.7	23.2	56.8	1.3
4	Salado	132.9	-	132.9	29.6	18.0	3.2

Nota: Tomado de Estrategia Ambiental Territorial del Municipio de Cienfuegos, 2022.

Dentro de los principales problemas ambientales en el municipio de Cienfuegos, destacan:

- Degradación de los suelos.
- Afectaciones a la cobertura forestal
- Contaminación (residuales líquidos / residuos sólidos. Productos químicos y desechos peligrosos. Atmosférica).
- Pérdida de la diversidad biológica y deterioro de ecosistemas
- Carencia y dificultades con el manejo, la disponibilidad y calidad del agua
- Impacto del cambio climático
- Deterioro de la condición higiénico sanitaria en los asentamientos humanos.

En la Figura 2.3 se muestran los volúmenes de desechos sólidos recolectados en Cienfuegos en los últimos cinco años, donde se evidencia que el año 2022 se produjo un aumento considerable en comparación con años anteriores, aunque no alcanza la cifra más alta que es la del año 2018.

Figura 2.3

Volumen de desechos sólidos recolectados en Cienfuegos



Nota: elaboración propia a partir de ONEI 2022, edición 2023.

En el municipio de Cienfuegos una de las prioridades lo constituye las plantaciones de árboles con el objetivo de proteger las fajas hidrorreguladoras pues solamente se encuentran 2.8 hectáreas (ha) plantadas en el año 2018, según datos ofrecidos por la

Empresa Forestal Integral, estas plantaciones son de interés para la defensa, los tratamientos silviculturales planificados a las plantaciones y bosques descienden ligeramente en su ejecución así como disminuyen las limpiezas y las podas y se incrementa el plan de aclareo y raleos para la reconstrucción del entorno, todo esto planificado por la UEB Silvícola, con respecto a seis municipios, Cienfuegos destaca como el más desfavorable al mantenerse en el año 2021 en cero plantación.

En el anuario estadístico edición 2023 se muestran los principales resultados ambientales del municipio de Cienfuegos durante varios años, en cuanto al clima en el año 2021 se comporta la lluvia total anual en el año 1 145,7 mm, que abarcaron 115 días en el año, con un pH anual de 6,6; la temperatura media anual 31.0°C para la máxima y 20.9°C para la mínima, dirección y rapidez de viento predominante 16 rumbos NE a 9,1 km/h, humedad relativa del 77% y una nubosidad media de 3 octavos.

En el período comprendido entre los años 2015 al 2021, la lluvia total más significativa ocurrió en el año 2020 con 1754,5 milímetros (mm) y la de menor en el año 2016 con 963,8 mm, los días de lluvia con mayor cifra destaca con 125 días en el 2015 y la de menor representatividad ocurrió en 2019 con 101 días, la temperatura máxima entre los años 2015 al 2021, oscilaron entre 30,4 y 31, 5 °C y la temperatura mínima entre 20,8 y 21,6 °C (tabla 2.3).

Tabla 2.3

Lluvia Total Anual en el municipio de Cienfuegos

Años	Lluvia Total Anual (mm)	Días con Lluvia (u)	Temperatura Media	
			Máximo °C	Mínimo °C
2015	1166,1	125	31,5	21,5
2016	963,8	121	30,8	20,8
2017	1568,5	123	30,8	20,8
2018	1437,6	117	30,4	20,8
2019	1181,6	101	31,4	21,0
2020	1754,5	120	31,2	21,6
2021	1286,1	110	31,0	20,9
2022	1 145,7	115	31,0	20,9

Nota: Elaboración propia a partir del anuario estadístico edición 2023.

La Estrategia de Desarrollo Económico Social Municipal (EDES) de Cienfuegos está compuesta por seis líneas estratégicas de desarrollo local con sus determinados programas y responsables, estas son:

- Gestión del capital humano, la ciencia y la innovación.
- Desarrollo económico local.
- Soberanía y seguridad alimentaria.
- Gestión municipal del hábitat.
- Desarrollo energético y cuidado del medio ambiente.
- Desarrollo social comunitario.

Para dar respuesta a la línea estratégica número cinco, en el año 2021 se propone el Modelo para la Gestión Energética en los Órganos de Gobierno Local en Cuba por (Correa Soto, 2021), que recoge elementos de los modelos para la gestión energética local, incorpora el concepto de desarrollo sostenible y la importancia de involucrar los actores locales en la gestión de recursos energéticos; además propone y evalúa dos indicadores y un índice relacionados con la eficiencia energética los cuales arrojaron resultados satisfactorios.

A partir de esto (Guerrero Soto, 2023), propone indicadores ambientales que cumplen con ocho ODS (1, 3,6,9,11,13,14 y 15); estos están enfocados garantizar una vida sana, promover el bienestar para todas las edades, construir infraestructura resilientes, promover la industrialización, innovación, adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos, garantizar la disponibilidad de agua entre otros. Estos representan el 47 % del total de los 17 ODS de la Agenda 2030. Estos constituyen una valiosa herramienta para la toma de decisión del gobierno local del municipio de Cienfuegos, para continuar fomentando proyectos que contribuyan a la satisfacción ciudadana relacionada con el uso asequible a la energía y protección del medio ambiente.

2.4 Antecedentes de la implementación de la EC en la provincia de Cienfuegos

En Cienfuegos aún persisten los bajos niveles de aprovechamiento económico de residuales, asociado a la falta de infraestructura, de financiamiento y de cultura que les permita su utilización de manera que perciban los beneficios económicos y ambientales que se derivan de ello o sea la implementación de los principios de Economía Circular.

La Estrategia Ambiental Territorial municipio de Cienfuegos correspondiente al período 2021 al 2030, posee en su dirección estratégica No. 3 "Reducir/eliminar los impactos

negativos al medio ambiente y a la salud de las personas mediante el desarrollo y reconversión de la infraestructura, logrando la gestión sostenible y uso eficiente de los recursos naturales” acciones prioritarias que responden a los objetivos de transición hacia una economía circular, principalmente en industrias y el Proyecto “Producción y consumo sostenible. Economía circular”.

2.4.1 Implementación de la EC en el Municipio de Cienfuegos

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.

Sánchez Treto (2022) y Díaz García (2022) desarrollaron el método de “diagrama heurístico”, ya que es una herramienta muy empleada en el proceso de ayuda y búsqueda de los medios para resolver problemas, en el Consejo Popular Casco histórico y en el Consejo popular San Lázaro respectivamente.

Consejo Popular Casco Histórico: Mediante una encuesta, este estudio identificó 4 sectores prioritarios en el Centro Histórico de la provincia de Cienfuegos siendo estos los que más inciden en la aplicación de la EC. Estos sectores son:

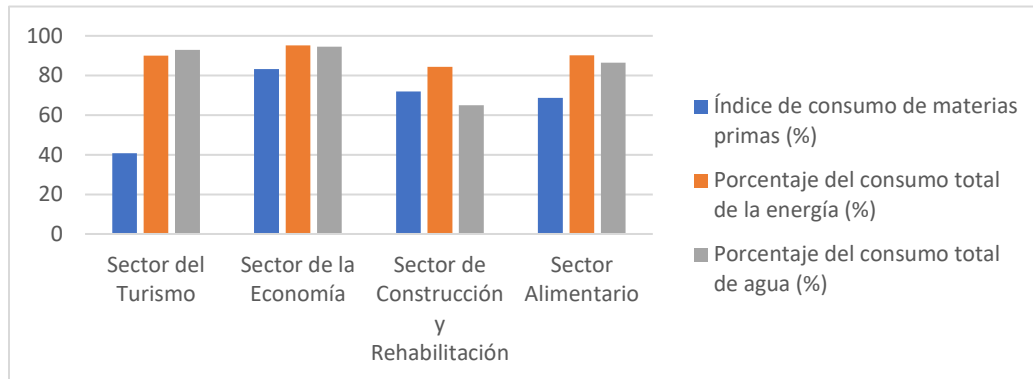
- Sector del turismo
- Sector de la economía
- Sector de construcción y rehabilitación
- Sector alimentario

Se analizan los indicadores de EC a través de gráficos y tablas contruidos por (Sánchez Treto, 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 2.4, 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 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 2.4

Gráfico de barras de indicadores de Producción y consumo.

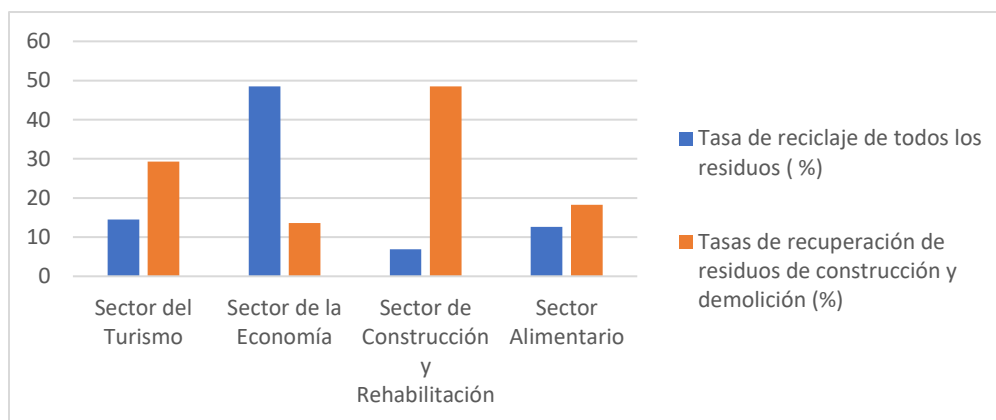


Nota. Tomado de (Sánchez Treto, 2022)

Los indicadores de Gestión de residuos (Figura 2.5) 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.

Figura 2.5

Gráfico de barras de indicadores de Gestión de residuos.



Nota: Tomado de (Sánchez Treto, 2022)

En la Tabla 2.4 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.

Tabla 2.4

Indicadores de Materias primas secundarias

Indicador	Sector del Turismo	Sector de la Economía	Sector de Construcción y Rehabilitación	Sector Alimentario
Materias primas secundarias				
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 Treto, 2022)

En la Tabla 2.5 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 2.5

Indicadores auxiliares

Indicador	Sector del Turismo	Sector de la Economía	Sector de Construcción y Rehabilitación	Sector Alimentario
Indicadores auxiliares				
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 Treto, 2022)

Se construyó una hoja de ruta (Tabla 2.6) 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 Treto, 2022).

Tabla 2.6

Hoja de ruta para la implementación de la EC en el Casco 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 Treto, 2022).

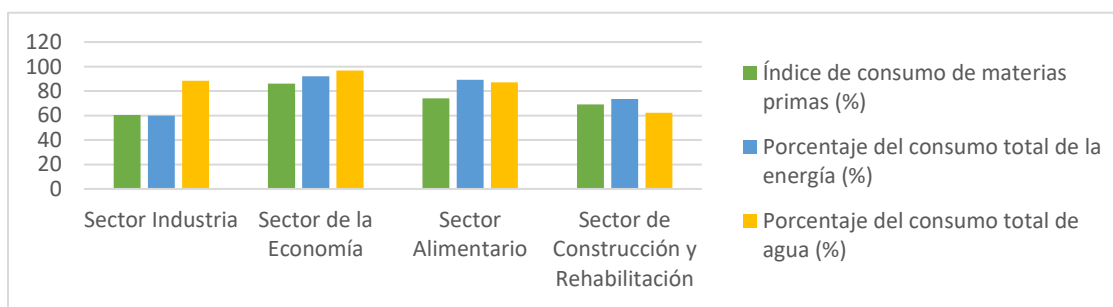
Consejo Popular San Lázaro. Como resultado del estudio se identificaron 4 sectores prioritarios en el Consejo Popular de San Lázaro, siendo estos los que más inciden a la hora de aplicar Economía Circular.

- Sector de la industria
- Sector de la economía
- Sector de construcción y rehabilitación
- Sector alimentario

Se analizan varios indicadores de EC mediante gráficos y tablas que ilustran el estado actual de estos sectores en el consejo popular objeto de estudio. En la Figura 2.6, donde se ilustran los indicadores de Producción y consumo, se concluye que el sector de la Economía es el que más influye ya que tiene mayores valores de consumo de materias primas, energía, agua. El sector Alimentario presenta altos índices de consumo de energía y agua ya que tiene mayor demanda de alimentos por parte de la población.

Figura 2.6

Gráfico de barras de indicadores de Producción y consumo

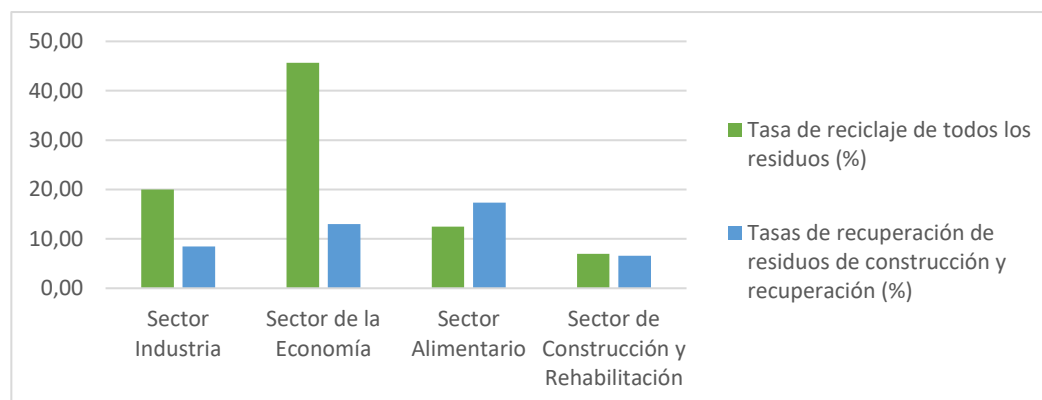


Nota: Tomado de (Díaz García, 2022)

En el Indicador de Gestión de residuos (Figura 2.7), la Tasa de reciclaje de todos los residuos es mayor en la sector de la Economía, no siendo así en el sector de Construcción y Rehabilitación. Las tasas de recuperación de residuos de construcción y recuperación son mayores en el sector Alimentario y menores en el sector de la construcción.

Figura 2.7

Gráfico de barras de indicadores de Gestión de residuos



Nota: Tomado de (Díaz García, 2022)

En la Tabla 2.7 se representa el Indicador de Materias primas secundarias en el que se observa que el sector de la Economía tiene mayor tasa de entrada de reciclaje al final de su vida útil y el sector la Construcción y Rehabilitación tiene la menor tasa. La tasa de uso de material circular es mayor en el sector Alimentario y baja en el sector la Construcción y Rehabilitación. El Comercio de materias primas reciclables es mayor en el sector de la Economía y menor en el sector la Construcción y Rehabilitación. Se concluye que, gran parte de lo que se produce en el Sector de la Economía y Alimentario se puede reutilizar, en cambio el Sector de la Construcción y Rehabilitación no es posible.

Tabla 2.7

Indicadores de Materias primas secundarias de Economía Circular.

Indicador	Sector Industria	Sector Economía	Sector Alimentario	Sector de Construcción y Rehabilitación
Materias primas secundarias				
Tasa de entrada de reciclaje al final de su vida útil	14, 47 %	27 %	22, 78 %	6, 41 %
Tasa de uso de material circular	6, 56 %	5, 98 %	8, 63 %	4 %

Comercio de materias primas reciclables	25 000 CUP/ toneladas	40 300 CUP/ toneladas	35 500 CUP/ toneladas	18 932 CUP/ toneladas
---	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

Nota: Tomado de Díaz, 2022.

Los Indicadores auxiliares de la Tabla 2.8 se observa que en el sector de la Economía es mayor y menor en el sector de la industria. En el tratamiento de residuos totales existe mayor tasa de toneladas recicladas por habitante en el sector económico que en el resto de los sectores, así como las tasas de incineración y toneladas en vertederos por habitante. Se concluye que el sector de la Economía al ser más amplio y más influyente, genera más residuos, y al ser el Sector de la Industria menor que el Sector de la Economía, este va aprovechar más los materiales

Tabla 2.8

Indicadores auxiliares de Economía Circular.

Indicador	Sector Industria	Sector Economía	Sector Alimentario	Sector de Construcción y Rehabilitación
Indicadores auxiliares				
Productividad material	450 CUP/kg	930 CUP/kg	769 CUP/kg	870 CUP/kg
Tratamiento de residuos totales	Reciclaje: 0, 25 t/hab. Incineración: 0,11 t/hab. Vertedero: 0,3 t/hab.	Reciclaje: 0, 38 t/hab. Incineración: 0,15 t/hab. Vertedero: 0,5 t/hab.	Reciclaje: 0,19 t/hab. Incineración: 0,12 t/hab. Vertedero: 0,4 t/hab.	Reciclaje: 0,15 t/hab. Incineración: 0,13 t/hab. Vertedero: 0,2 t/hab.

Nota. Tomado de (Díaz García, 2022).

La hoja de ruta construida por (Díaz García, 2022) con las oportunidades de mejoras que identificó a partir del cálculo de indicadores (Tabla 2.9), muestra que la mejor oportunidad de EC para el territorio es incrementar la eficiencia y el ahorro en el consumo de energía, enlazado con las estrategias de repensar y optimizar recursos en un corto período de tiempo.

Tabla 2.9

Hoja de ruta para la implementación de la EC en el consejo popular San Lázaro

Oportunidad	Estrategia	Período de maduración
-------------	------------	-----------------------

Incrementar la eficiencia y el ahorro en el consumo de agua.	Repensar/ Optimizar recurso	Corto
Prolongar la vida útil de los productos.	Alargar la vida útil/ Optimizar recurso/ Cierre del ciclo/ fin de vida	Medio
Aumentar la tasa de reutilización, reciclaje y recuperación de residuos.	Optimizar recurso/ Alargar la vida útil	Medio
Promover el uso más eficiente de materias primas.	Alargar la vida útil/ Optimizar recursos y Repensar	Medio
Impulsar la simbiosis industrial y la gestión de residuos en común entre empresas y polígonos industriales (núcleo de conexión entre empresas).	Alargar la vida útil	Medio
Innovar en materiales (avanzados y renovables), procesos y productos.	Repensar	Largo
Impulsar la creación de nuevos modelos de negocio más circulares.	Repensar	Largo
Reducir el despilfarro alimentario.	Cierre del ciclo/ fin de vida	Largo

Nota: Tomado de (Díaz García, 2022)

Estos dos consejos populares tiene en común los altos consumos de materias primas, agua y energía por parte del Sector Económico, que es el más amplio e influyente en ambos casos. Las tasas de reciclaje de todos los residuos en el sector de la Economía, mayores que las del resto de sectores estudiados por (Díaz García, 2022) y (Sánchez Treto, 2022), representan una oportunidad favorable para la aplicación de las estrategias 10R mencionadas en el Capítulo I, con el apoyo de las hojas de ruta diseñadas para cada caso como punto de partida hacia la inclusión del modelo de circularidad en la gestión local.

2.3.2 Implementación de la EC en el sector industrial de la provincia

Font Prieur (2023) realizó un estudio en la UEB Beneficio Seco del café y la UEB de Quesos, principalmente en el Queso Cumanayagua, ubicados ambos en la parte urbana

del municipio de Cumanayagua, debido al impacto que estas generan hacia el medio ambiente. Los principales resultados se resumen la Tabla 2.10.

Tabla 2.10

Resultados del estudio en las UEB Seco del Café y UEB Quesos

Resultados		
	UEB Beneficio Seco del Café	UEB Quesos
Puntos críticos detectados en el balance	Alto consumo de energía eléctrica de la planta debido a que la maquinaria utilizada está obsoleta. No utilización del rechazo del producto final.	Mayor consumo de materias primas, insumos, energía y agua en el proceso de fabricación de la cuajada No existe ningún tratamiento que contrarreste la gran cantidad de residuos que se generan y que por ende van directamente al medio ambiente.
Nivel operativo de la Empresa	Nivel 2	Nivel 3
Herramientas para medir la circularidad		
Índice de flujo lineal	IFL=0, 65 por lo que se encuentra en el rango de cero a uno y es un índice cercano a 1, por lo tanto, el producto o proceso productivo de la empresa es un proceso lineal.	IFL=0, 92 por lo que se encuentra en el rango de cero a uno y es un índice cercano a 1, por lo tanto, el producto o proceso productivo de la empresa es lineal.
Indicadores de energía	% <i>energía renovable</i> = 32 % <i>energía total</i> = 15 648, 74 <i>kW</i>	% <i>energía renovable</i> = 0 % <i>energía total</i> = 24 800, 73 <i>kW</i>
Indicador de circularidad de los residuos	<i>Circularidad de residuos</i> = 0,197 = 19,7% Media Rango: < 5% baja, 5 – 25% media, > 25% alta.	<i>Circularidad de residuos</i> = 0 = 0 Baja % Rango: < 5% baja, 5 – 25% media, > 25% alta

Nota. Elaboración propia a partir de (Font Prieur, 2023)

En los indicadores de la Tabla 2.10 se evidencia que ambas industrias presentaron altos consumos de energía y agua, el uso de energías renovables es bajo o nulo en comparación con la energía total; aun operan procesos productivos lineales y la circularidad de los residuos es media y baja, ya que se comprobó que los residuos no son reutilizados dentro del proceso de producción.

En las Tablas 2.11 y 2.12, los indicadores e índices dejan observar que no existe recuperación real, que no existían materias secundarias y que la cantidad de materiales reutilizados es baja o totalmente nula; además el porcentaje de materia circular es baja con respecto al input total.

Tabla 2.11

Indicadores de producto y materia prima en la UEB Beneficio Seco del café.

Índices	Valor
Índice de potencial de recuperación y Recuperación real	Esta salida no es recuperable: el potencial de recuperación y recuperación real es de un 0%
Índice de consumo de materia prima	7.1%
Índice de input de material total (N)	1.298 kg
Indicador porcentual de materia circular respecto al input total (P)	1.9 %
Indicador porcentual de materias secundarias respecto al input total (T)	0%
Índices de consumo de agua	0%
Cantidad de materiales reutilizados	19.6%

Nota: Tomado de (Font Prieur, 2023)

Tabla 2.12

Indicadores de producto y materia prima en la UEB Quesos

Índices	Valor
Índice de potencial de recuperación y Recuperación real	Esta salida no es recuperable: el potencial de recuperación y recuperación real es de un 0%
Índice de consumo de materia prima	7.40 %
Índice de input de material total (N)	8567.51 kg
Indicador porcentual de materia circular respecto al input total (P)	3.36 %
Indicador porcentual de materias secundarias respecto al input total (T)	0.54 %
Índices de consumo de agua	33.33 %
Proporción de agua reutilizada	0 %
Cantidad de materiales reutilizados	0 %

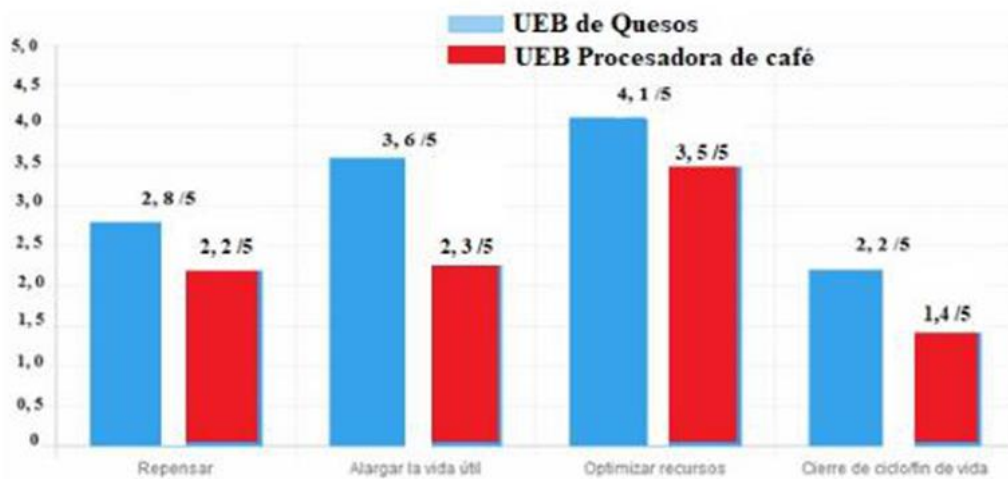
Nota: Tomado de (Font Prieur, 2023)

Estos indicadores evidencian que la empresa tiene una baja circularidad de las materias primas al igual que las materias secundarias, mientras que el consumo de agua comparado con el agua reutilizada es alto lo que significa que a pesar de que se consume agua esta no se reutiliza.

Así mismo, en la figura 2.8 se muestran los valores obtenidos por las empresas frente a las estrategias de la Economía Circular.

Fig. 2.8

Valoración global de las estrategias de Economía Circular



Nota: tomado de (Font Prieur, 2023)

Según las estrategias de la Economía Circular se llegó a la conclusión de que las estrategias de alargar la vida útil y optimizar recursos están por encima de las estrategias de repensar y cierre de ciclo/fin de vida, siendo estas dos últimas las más importantes actualmente en ambas UEB, pues se deben enfatizar con mayor constancia para lograr resultados satisfactorios de Economía Circular; destacándose el objetivo de optimizar recursos el que más incide dentro de las otras tres estrategias (Font Prieur, 2023).

Se elaboró una hoja de ruta (Tabla 2.14) donde se observa que la mejor oportunidad para mejorar en las UEB es la de incrementar la eficiencia y el ahorro en el consumo de energía, unida a las estrategias repensar y optimizar recursos en un período de tiempo medio.

Tabla 2.14

Hoja de ruta

Oportunidad	Estrategia	Período de maduración
Incrementar la eficiencia y el ahorro en el consumo de energía	Repensar/ Optimizar recursos	Medio
Buscar salidas en la Economía Circular a los residuos generados en la producción	Repensar/Alargar la vida útil/ Optimizar recursos/ cierre de ciclo/ fin de vida	Medio
Prolongar la vida útil de los productos.	Alargar la vida útil/ Optimizar recursos/Cierre de ciclo/ fin de vida	Corto

Impulsar la creación de nuevos modelos de negocios más circulares.	Alargar la vida útil/ Optimizar recursos/ repensar	Medio
Aumentar la formación en materias de circularidad en el sector.	Repensar	Largo
Incorporar la Economía Circular a la estrategia de la fábrica.	Repensar	Largo
Priorizar siempre el uso de materiales reciclables en la fabricación.	Alargar la vida útil / Optimizar recursos	Medio
Innovar en materiales, procesos y productos.	Repensar	Largo

Nota: Tomado de (Font Prieur, 2023)

Para finalizar el estudio, Font Prieur (2023) propone un plan de acción para ambas UEB (Anexo 2).

Ambas UEB presentan como principal potencialidad para estrategias 10R de EC: la reutilización de residuos de producción, que pueden ser incorporados nuevamente al proceso productivo, alargando su vida útil y minimizando los impactos ambientales ocasionados por desechos, que pueden ser cuantificados para buscar mejoras potenciales que reduzcan a su vez los grandes consumos de energía y fomenten la eficiencia. Sin embargo, aunque se consideraron los consejos populares Casco Histórico (Sánchez Treto, 2022) y San Lázaro (Díaz García, 2022), y las UEB Seco del Café y Quesos de Cumanayagua (Font Prieur, 2023) para estudios de aplicación del modelo de economía circular con resultados que muestran las potencialidades del territorio, no se ha evaluado su incorporación a la gestión energética local integrada a la gestión de gobierno del municipio de Cienfuegos.

2.4 Conclusiones parciales

1. El municipio de Cienfuegos aún persisten los bajos niveles de aprovechamiento económico de residuales, asociado a la falta de infraestructura, de financiamiento y de cultura que permita su utilización de manera que se perciban los beneficios

económicos y ambientales que se derivan de ello o sea la implementación de los principios de Economía Circular.

2. A partir de los resultados expuestos en el Anuario estadístico edición 2023, relacionado con la energía, se evidencia la necesidad de incrementar la producción y uso FRE en cualquiera de sus variantes para sustituir el consumo de combustibles fósiles, como alternativa indispensable para lograr el desarrollo económico social sobre bases sostenibles el municipio de Cienfuegos.
3. Se evidencia que en el municipio de Cienfuegos, el sector económico presenta potencialidades para aprovechamiento de residuos en aplicación de estrategias 10R por sus altas tasas de reciclaje, y en el sector de la industria estudiado en la provincia, la reutilización de desechos de producción con el fin de alargar la vida útil del producto.

Capítulo III

Capítulo III. Propuesta del Sistema de Gestión Energético Local basado en el modelo de Economía Circular

3.1 Introducción

En este capítulo se realiza el análisis bibliométrico utilizando el software VOSviewer, con la finalidad de determinar la calidad e impacto de la investigación científica en el tema de economía circular y gestión energética municipal en función de sentar las pautas para una investigación científica. Se realiza una actualización del escenario energético en el país con el apoyo del Anuario Estadístico, edición 2023. Se propone la integración del modelo de EC a la gestión energética local con su incorporación al Sistema de Gestión Energético Local, y se menciona el grupo de indicadores energéticos y ambientales encargados de medir el desempeño del municipio.

3.2 Análisis bibliométrico

Se realizó un análisis bibliométrico utilizando el software VOSviewer. Para la búsqueda e identificación de los documentos se usó la base de datos Scopus usando los términos claves “*circular economy+municipal energy management*” y *municipalities+circular economy*”.

Los datos obtenidos, fueron exportados a una base de datos Excel con la información requerida para luego proceder a ejecutar el análisis en el software en vista a dos categorías: por países y por palabras claves. En la Tabla 3.1 se muestran los resultados por países, ordenados de mayor a menor de acuerdo a la cantidad de documentos que posee cada país sobre el tema.

Tabla 3.1

Países por cantidad de documentos publicados y conexiones entre ellos

Países	Documentos	Total de conexiones
Spain	16	11
United Kingdom	15	21
Italy	14	19
China	13	13
Poland	13	16
India	12	20
United States	10	15
Czech Republic	8	14
Brazil	7	3
Belgium	6	6
Australia	4	3

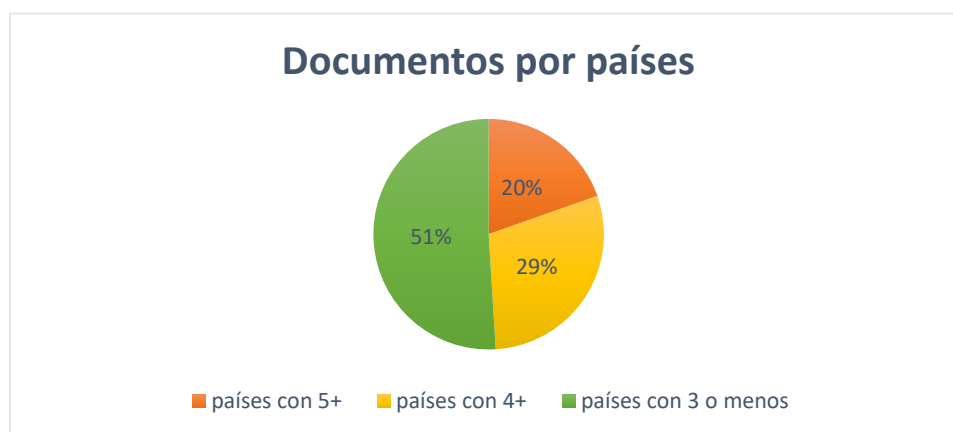
Canada	4	3
Iran	4	6
Romania	4	2
Taiwan	4	8
Austria	3	2
Germany	3	5
Greece	3	3
Hong Kong	3	2
Portugal	3	9
Singapore	3	8
South Korea	3	8
Sweden	3	2
Thailand	3	2
Turkey	3	2
United Arab Emirates	3	11

Nota: elaboración propia

Para el análisis por países se identificaron un total de 57 países, de los cuales sólo 10 cuentan con 5 o más publicaciones, lo que representa un 20% del total; 15 (29 %) cuentan con 4 o más y 26 (51%) tienen 3 o menos documentos relacionados, como se puede observar en la Figura 3.1.

Figura 3.1

Porcentaje de países con publicaciones relacionadas al tema



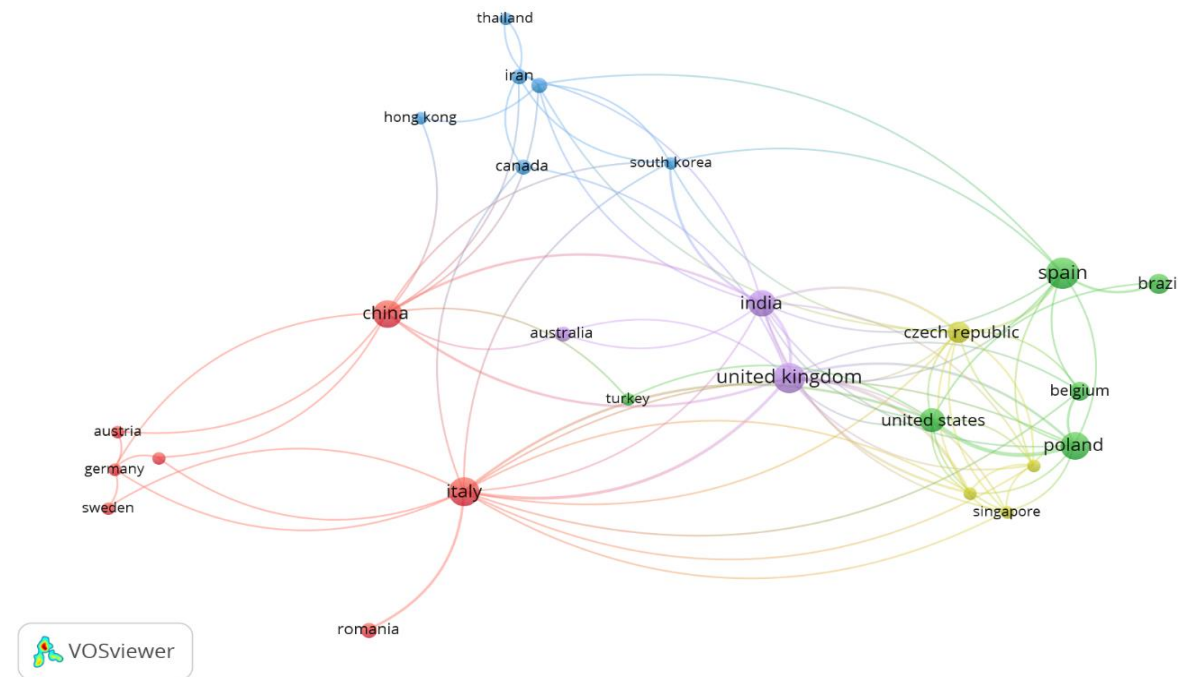
Nota: elaboración propia.

La lista muestra a España en primer lugar, seguido de Reino Unido e Italia, aunque también destacan China y Polonia, con un mismo número de documentos publicados sobre el tema.

En la Figura 3.2 se observan las conexiones y enlaces entre los países que realizan estudios relacionados con la temática.

Figura 3.2

Enlaces entre los países relacionados con la temática



Nota: obtenido a través de software VOSviewer.

Para el análisis de correlación de ocurrencias de una palabra clave se seleccionó en el software un mínimo de ocurrencias de 3, o sea, una palabra debió repetirse como mínimo tres veces para ser considerada. De un total de 648 palabras, solo 51 cumplieron con este requisito, de las cuales fueron eliminadas del análisis 4, quedando así un total de 47 palabras clave para analizar. La Tabla 3.2 muestra los resultados arrojados por el software, en orden de mayor a menor ocurrencia de palabras y los enlaces entre estas.

Tabla 3.2

Palabras clave por cantidad de ocurrencias y conexiones entre ellas

Palabras clave	Ocurrencias	Total de enlaces
circular economy	92	151
municipal solid waste	31	59
waste management	28	59
waste-to-energy	15	33
energy recovery	12	22

life cycle assessment	12	39
anaerobic digestion	11	25
resource recovery	11	14
sustainability	11	17
incineration	9	27
bioenergy	8	20
biogas	7	12
biorefinery	7	22
renewable energy	7	16
sustainable development	7	13
gasification	6	18
recovery	6	9
recycling	6	11
biomass	5	10
environmental impacts	5	15
landfill	5	19
municipal solid waste (msw)	5	6
municipal solid waste management	5	9
pyrolysis	5	8
waste to energy	5	12
biofuels	4	9
combustion	4	7
energy	4	10
environmental impact	4	11
optimization	4	7
waste	4	11
wastewater	4	3
wastewater treatment	4	3
biofuel	3	8
biosolids	3	4
biowaste	3	5
carbon neutrality	3	5
circular bio-economy	3	5

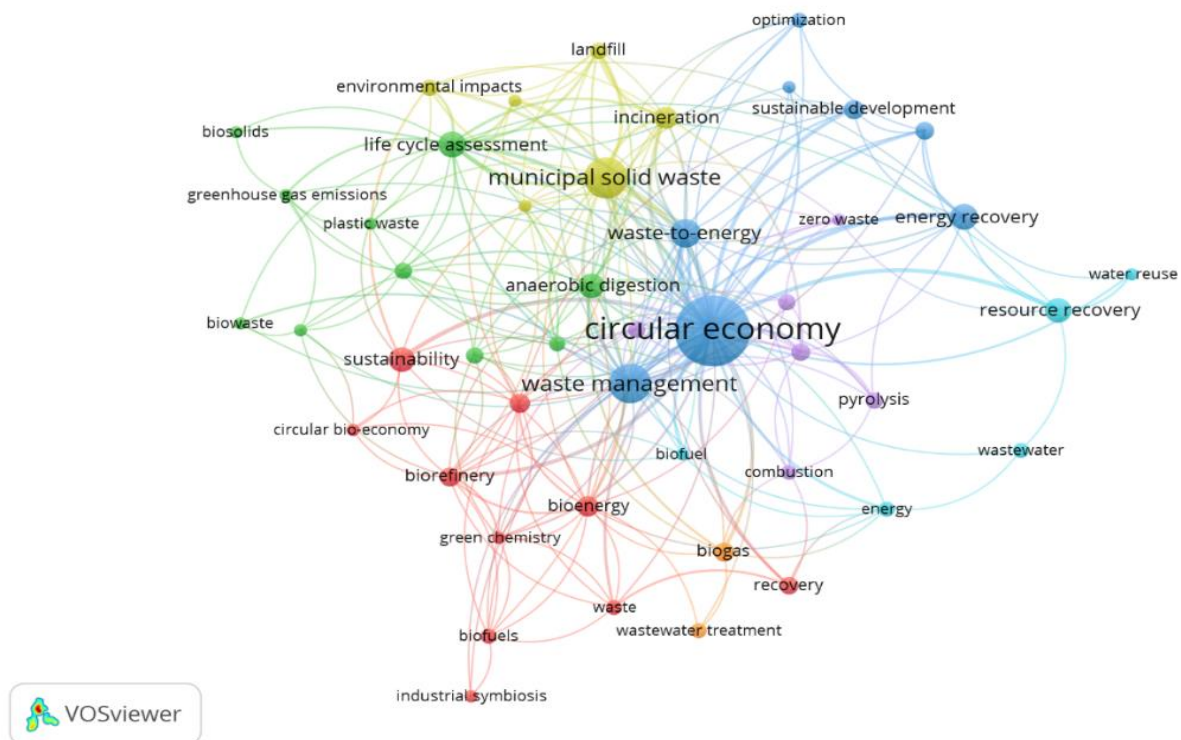
global warming potential	3	10
green chemistry	3	11
greenhouse gas emissions	3	8
industrial symbiosis	3	3
methane	3	9
organic fraction of municipal solid waste	3	8
plastic waste	3	8
water reuse	3	5
zero waste	3	8

Nota: elaboración propia.

Como se puede observar (Figura 3.3), la palabra clave de mayor ocurrencia es *circular economy* (economía circular) y esta se relaciona mayormente con los términos *municipal solid waste* (desechos sólidos municipales), *waste management* (gestión de residuos), *sustainable development* (desarrollo sostenible) y *energy recovery* (recuperación de energía).

Figura 3.3

Enlaces entre las palabras clave



Nota: obtenido a través del software VOSviewer

El análisis bibliométrico realizado permite identificar la tendencia en cuanto a la relación entre economía circular y gestión energética municipal, donde destaca España mostrando un número significativo documentos relacionados; en cuanto a las palabras claves, que la más repetida sea economía circular conectada a gestión de residuos sólidos y municipios, demuestra que el tema es ampliamente estudiado y de importancia.

3.3 Escenario de la gestión energética para los municipios cubanos

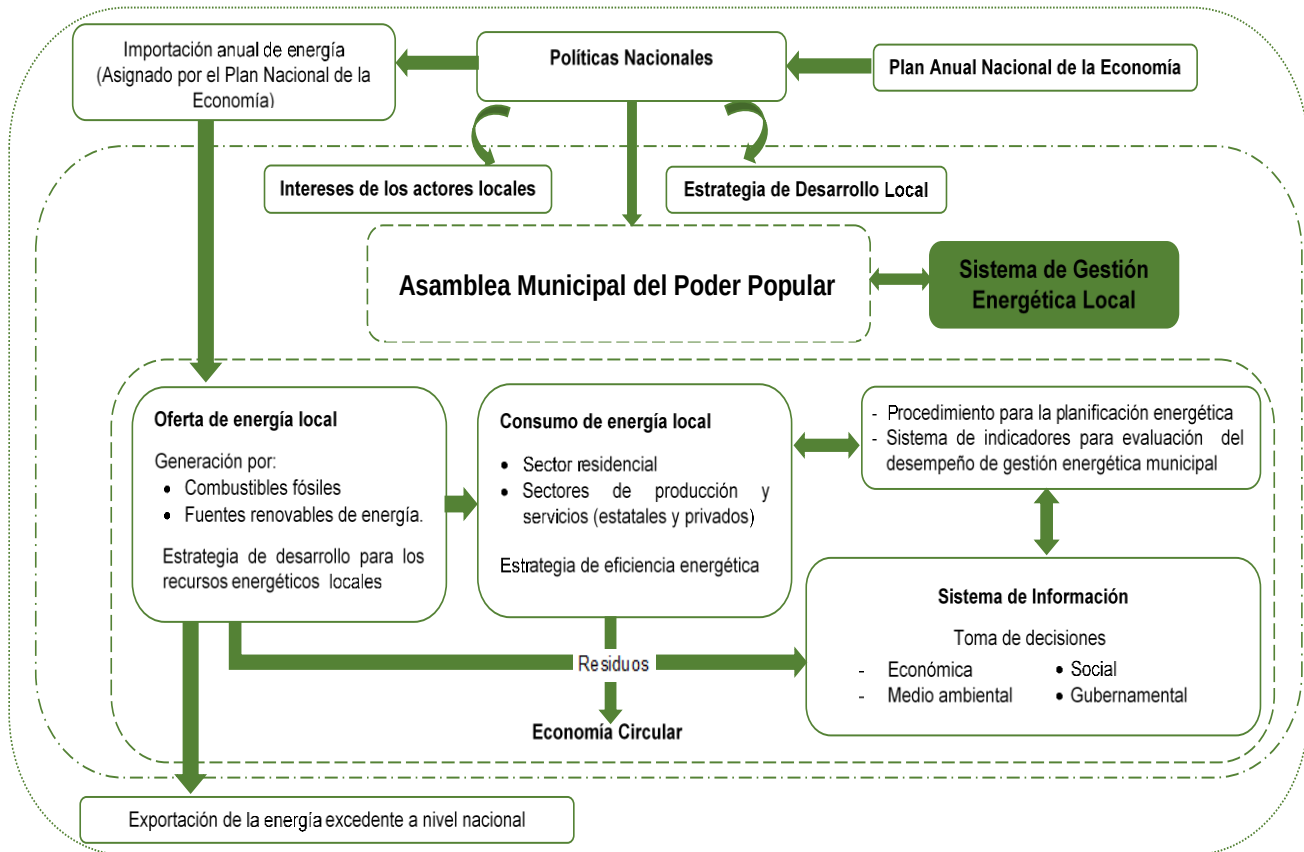
Con la propuesta del Modelo para la gestión energética en los órganos de gobierno local en Cuba por (Correa Soto, 2021) (Anexo 3), que incluye el Sistema de Gestión Energético Local (SGEL), se integra de manera directa la energía y el medio ambiente como dos elementos que no pueden excluirse entre sí. 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.

Las entradas del escenario para la GEL en Cuba (Figura 3.4) están determinadas por las políticas nacionales establecidas en la actualización del modelo económico cubano y el PNDES hasta 2030 (PCC, 2017; MEP, 2020 & MEP 2021), que regulan el contexto nacional, los intereses de los actores locales y la estrategia de desarrollo local; las que se explican a continuación:

1. **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, en el quehacer y actividades de los organismos de la Administración Central del Estado, del sistema empresarial y demás actores económicos y sociales de la sociedad, así como en los estilos de vida de la población (ANPP, 2023); todo lo anterior rige el contexto nacional determinado por los siguientes elementos:

Figura 3.4

Escenario de gestión energética local para los municipios cubanos



Nota: Adaptado de (Correa Soto, 2021).

- Económico: la importación de productos energéticos en el año 2021 ascendió 2 305,3 Mt de petróleo, 4,3 Mt de carbón mineral, 2 562,7 Mt de derivados del petróleo y 0,9 Mt de coque de carbón (ONEI, 2023), destinados a la generación de energía eléctrica, gas manufacturado y el suministro de agua para el uso y consumo de la población.
- Sociales: en el año 2022 el país alcanzó un nivel de electrificación del 100 %, con un consumo energía eléctrica total 18 322,8 GW.h en ese año, de ellos 8 056,5 GWh consumidos por la población lo que representa 43,97 % del consumo eléctrico; otros portadores energéticos que tienen un uso y consumo en el sector residencial son el gas manufacturado, la leña, alcohol desnaturalizado y el carbón vegetal, con un consumo en el 2022 de 108 MMm³, 14 Mm³, 139,4 Mhl, 5,3 Mt respectivamente (ONEI, 2023). El nivel de acceso al agua potable en el año 2019 fue de un 98,3 % concentrándose en las áreas urbanas, un 3,3 sin

acceso en estas áreas y un 12,9 % en las áreas rurales; el acceso al saneamiento de un 97,1 % con el mismo comportamiento en las áreas urbanas, no obstante, con un 2,9% sin acceso y en las áreas rurales.

- Medioambientales: se rige por la Ley 150/2022 del Sistema de los Recursos Naturales y el Medio Ambiente que establece los principios y las normas básicas que regulan las acciones del Estado, de los ciudadanos y de la sociedad en general para asegurar la implementación y el funcionamiento del Sistema de los recursos naturales y el medio ambiente, las regulaciones para las cargas contaminantes emitidas por el CITMA, el contexto medioambiental cubano que se encuentra enmarcado en que el país en el año 2019 presenta una GEI por concepto de energía de 28 761,43 Gigagramos y en el 2018 el consumo de sustancias agotadoras de la capa de ozono ascendía a 172,22 toneladas; sin embargo en el 2022 desciende a 25,36 toneladas. La recolección de residuos sólidos urbanos (RSU) en el año 2022 alcanzó la cifra de 4 260,3 Mt de desechos sólidos en 940 vertederos. (ONEI, 2023)
- Energético: la capacidad instalada para la generación de energía eléctrica en el país en el año 2022 era de 6 235,2 MW lo que permitió una generación bruta por fuente productora de 15 732,1 GWh. La generación eléctrica por tipo de planta productora fue: por generación térmica 10 035,5 GWh, turbinas de gas 1 946 GWh, grupos electrógenos interconectados al Sistema Electroenergético Nacional (SEN) 3 272,9 GWh y a partir de FRE 361,7 GWh (ONEI, 2023) , estas últimas aún insuficiente aprovechadas.
- Gubernamentales: un cambio estratégico en el país hacia el enfoque de energía sostenible, que se inicia en el año 2011 con la proyección de actualización del Modelo Económico y Social, complementándose en el 2014 con la aprobación de la Política para el desarrollo perspectiva de las FRE y el uso eficiente de la energía, donde se enfatiza en la necesidad de elevar la eficiencia energética tanto a través del cambio de la estructura de la matriz energética actual sustentada en el 95,7 % de combustibles fósiles como de la mejora en la gestión energética a todos los niveles (Correa et al., 2016; Melo, Sánchez y Piloto, 2017; Correa et al., 2018, Correa et al. 2021 & Gómez et al, 2021) y su relación con la competitividad de la economía nacional; al disminuir la dependencia de los combustibles fósiles importados, los costos energéticos y la contaminación del medio ambiente (Correa, González y Hernández, 2017; Correa et al., 2018 &

Correa et al. 2021). Las bases del PNDES hasta el 2030 (PCC, 2017; MEP, 2020, Díaz-Canel y Delgado, 2021) relacionadas con los ODS para ese periodo (ONU, 2015/a/, Díaz-Canel y Delgado, 2021), 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 y Hernández 2017; PCC, 2017, Correa et al, 2018 & Correa et al, 2021), el Decreto-Ley No. 345/ 2017 “*Del desarrollo de las fuentes renovables y el uso eficiente de la energía*” y resoluciones complementarias (Consejo de Estado, 2019;MEP,2021); la Ley 150/2022 en su Resolución 96/2023 que tiene como objeto implementar una herramienta de la política y la gestión ambiental que conduzca a todos los sectores de la sociedad a orientar sus patrones de consumo y producción hacia la sostenibilidad, para lograr con ello el tránsito hacia niveles superiores de protección del medio ambiente y de calidad de vida (ANPP, 2023) y el necesario perfeccionamiento de los órganos de gobierno en Cuba a todos sus niveles con una gestión orientada a la innovación (Díaz-Canel y Delgado, 2020; Díaz-Canel y Delgado, 2021).

2. **Intereses de los actores locales:** Actores locales determinados en la EDESM que pueden estar constituidos por la comunidad científica, líderes de opinión, organizaciones que gestionan la información local y organizaciones de la sociedad civil con roles e intereses diferentes que pueden estar enmarcados en lo económico, político, social, cultural, educacional, de salud, medioambiental, innovación, gestión de conocimiento; entre otros; que pueden ser coincidentes o contradictorios, pero que pueden conectarse y producir estrategias comunes. (Boffil, 2010; Núñez, 2012; Castro, 2015; Díaz-Canel y Delgado, 2020; Díaz Pérez et al., 2020; Díaz-Canel y Delgado, 2021).
3. **Estrategia de desarrollo local:** La EDESM de las AMPP, diseñadas y aplicadas para potencializar las capacidades para la operativización gradual y progresiva de la descentralización administrativa, económica y financiera como principio de organización y reordenamiento local (Guzón, 2005; Guzón y Hernández, 2015, Odriozola y Triana, 2015; Guzón, 2016; Guzón, 2017; Díaz-Canel y Delgado, 2020; Guzón, 2020).

Las salidas del escenario para la GEL están determinadas por las contribuciones económicas, sociales, medioambientales y gubernamentales; y el sistema de información.

1. Planificación energética e indicadores para la gestión energética local: la planificación de la energía le permitirá al gobierno local contar con un plan que sirva de guía durante un período de tiempo determinado, constituyendo una herramienta útil para mejorar el modelo de consumo energético (Correa et al, 2021), la planificación energética considera las entradas (uso de la energía pasado y presente, variables que afectan el uso significativos de la energía y su desempeño), la revisión energética y los resultados que considera línea base energética (LBE), indicadores energéticos (IE) estableciendo la relación entre el desempeño energético, los objetivos, las metas y los planes de acción siendo un proceso participativo y transparente donde el uso de las TICs se hace necesario por la gran cantidad de información y datos que se captan y procesan para la toma de decisiones del gobierno local.
2. Contribuciones: se basan en los resultados de la aplicación de modelo siendo estas.
 - Económicos: la eficiencia energética, la identificación de las FRE en el municipio y la proyección de ahorros energéticos por estos conceptos en los sectores de la economía y en la población. Aprovechamiento de los RSU y los residuos del sector económico bajo el modelo EC.
 - Social: la educación energética - ambiental de la ciudadanía, la identificación y aprovechamiento de las FRE en beneficio social y el uso de los RSU en actividades económicas públicas y privadas.
 - Medioambiental: determinación y mitigación de los impactos medioambientales del municipio enfocado en el modelo de EC.
 - Gubernamentales: la estructura energética del municipio, índices e indicadores energéticos (IE) y medioambientales que midan el desempeño del municipio y propicien la toma de decisiones del gobierno local.
3. Sistema de información: que simplifiquen los procesos de planificación, gestión y control (Díaz-Canel y Delgado, 2020; Díaz-Canel y Delgado, 2021) del gobierno local, con la recolección de información de la generación de energía (incluyendo las FRE) local, el consumo de energía en el municipio, la generación y aprovechamiento de residuos, los impactos medioambientales, las variables energéticas y ambientales que a través de su procesamiento proyecten índices e indicadores para la GEL basado en el modelo de EC con el objetivo de facilitar la ejecución y control en el Gobierno local; respondiendo a las necesidades de la

comunidad y los actores locales, propiciando la rendición de cuentas y la toma de decisiones en la esfera energética, económicas, medioambientales y gubernamentales a nivel del municipio.

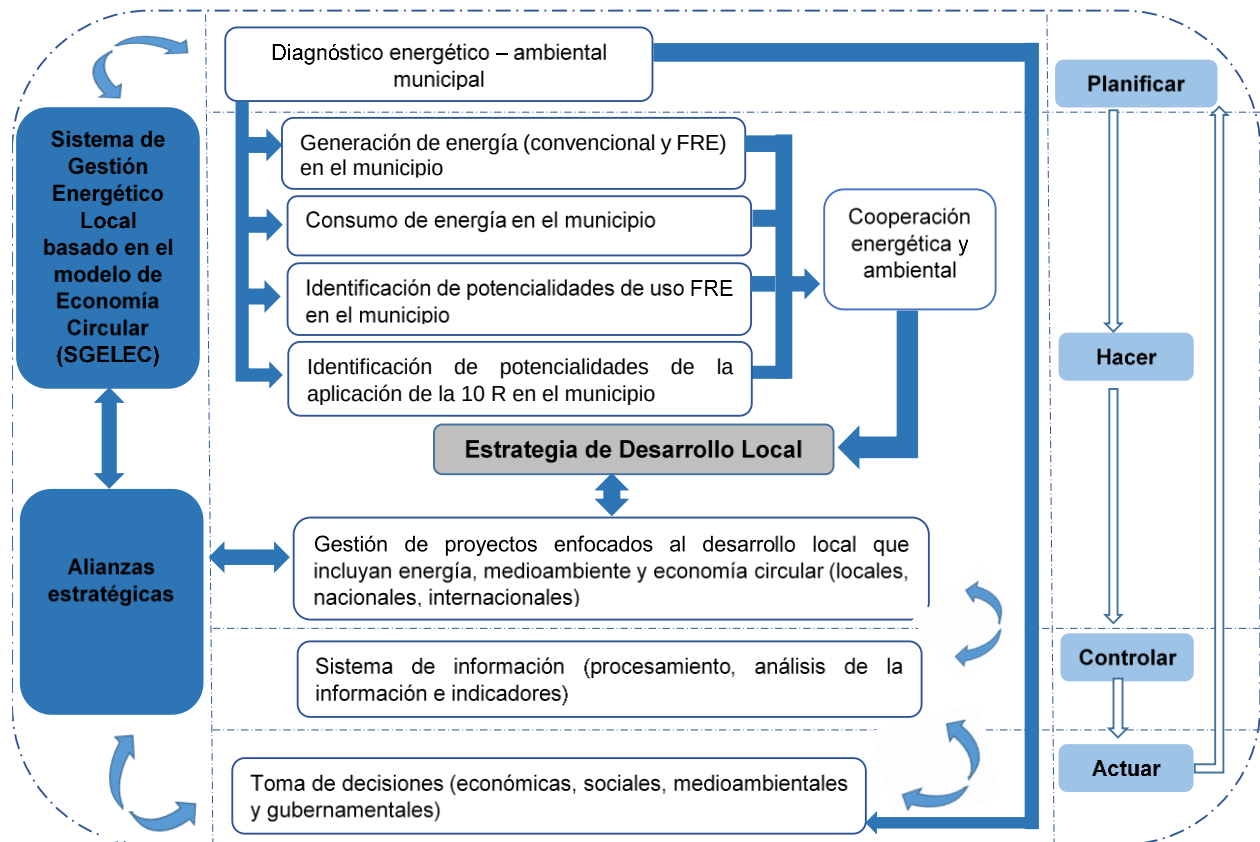
3.4 Gestión energética basada en el modelo de Economía Circular en los órganos de gobierno local

En la construcción del modelo para la gestión energética basado en el modelo de Economía Circular en los órganos de gobierno local, se despliegan cuatro etapas: (1) diagnóstico energético - ambiental municipal, (2) estrategia de desarrollo local, (3) alianzas estratégicas y (4) sistema de gestión energético local basado en Economía Circular.

Los elementos del modelo diseñado se fundamentan en el ciclo de mejora continua (PHCA) y se consideran las seis funciones para el proceso de gestión de gobierno en los municipios cubanos según Boffil (2010), en la tabla 3.3 se muestra la relación de los elementos del modelo con las funciones y con el ciclo PHCA (Correa Soto, 2021).

Figura 3.5

Sistema de gestión energética basado en el modelo de Economía Circular en los órganos de gobierno local en Cuba



Nota: adaptado de (Correa Soto, 2021).

Tabla 3.3

Relación entre los elementos del SGELEC y las funciones para el proceso de gestión de gobierno en los municipios cubanos

Elementos del modelo de SGELEC	Funciones para el proceso de gestión de gobierno (Boffil, 2010)	Ciclo PHCA
Diagnóstico energético – ambiental municipal.	Diagnosticar.	Planificar.
Generación de energía (convencional y FRE).	Evaluar.	Hacer.
Consumo de energía en el municipio (mediante auditorías, la capacitación, sensibilización a los grandes consumidores, con la participación activa de la Oficina Nacional para el control del Uso Racional de Energía, por sus siglas ONURE).		
Identificación de potencialidades de uso FRE en el municipio.		
Identificación de potencialidades de la aplicación de la 10 R en el municipio.		
Estrategia de Desarrollo Local.		
Cooperación energética y ambiental.		
Gestión de proyectos enfocados al desarrollo local que incluyan energía, medioambiente y economía circular (locales, nacionales, internacionales).	Enriquecer.	Controlar.
Sistema de información (procesamiento, análisis de la información índices e indicadores).	Vigilar.	
Toma de decisiones (económicas, sociales, medioambientales y gubernamentales).	Optimizar.	
Sistema de Gestión Energético Local basado en el modelo de Economía Circular.	Proteger.	
		Ciclo completo.

Nota: adaptado de (Correa Soto, 2021).

3.5 Indicadores energéticos y medioambientales para el SGELEC

El alcance de esta investigación es sólo proponer el SGELEC, no su validación, sin embargo es importante declarar los indicadores que van a ser caracterizados en el control del sistema. Como se menciona en el capítulo II, para la LAE Desarrollo energético y cuidado del medio ambiente se han propuesto indicadores que responden tanto a la línea energética como a la ambiental, propuestos por Correa Soto, 2021 y Guerrero Soto, 2023.

Indicadores energéticos

Correa (2021) propone para el sector residencial, las líneas bases energéticas por Consejo Popular (LB_{cp}), la línea base energética municipal (LB_m) y los indicadores para evaluar el desempeño energético en los consejos populares (IEn_{CPI}) y del municipio (IEn_m).

Se propone como indicadores energéticos para el sector residencial por CP (IEn_{CPI}) y para el municipio (IEn_m) los siguientes:

Indicador energético sector residencial por CP (indicador cuya forma de medición y análisis es mensual, trimestral, semestral y anual).

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

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 LB_{CPI} .

Indicador energético sector residencial municipal (indicador cuya forma de medición y análisis es mensual, trimestral, semestral y anual).

$$IEn_m = \sum_{i=1}^n \left(\frac{\text{Consumo real}_{CPI \text{ periodo } j}}{\text{Consumo } LB_{CPI \text{ periodo } j}} \right)$$

donde:

IEn_m : Indicador energético sector residencial municipal

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

$\text{Consumo } LB_{CPI \text{ periodo } j}$: Consumo planificado para el período j determinado por la LB_m , $j \in [1; n]$.

Índice de Eficiencia Energética Municipal

Correa (2021) propone la clasificación de los consumos de energía por población en el municipio de Cienfuegos, se realiza a partir de la captación de información que se basa en la entrada de parámetros para el diagnóstico energético local y los resultados de este en municipio de Cienfuegos. La energía consumida en bienes movibles en el municipio de Cienfuegos incluye las energías consumidas en el transporte público, referentes a los siguientes portadores energéticos: (1) combustible diesel, (2) gasolina motora y (3) aceites y grasas lubricantes. En cuanto a la energía consumida en bienes no - movibles: incluye la energía consumida en el sector residencial en la iluminación, cocción de alimentos (energía

eléctrica, gas licuado de petróleo, queroseno y alcohol desnaturalizado), ventiladores, aires acondicionados, electrodomésticos de cocina (refrigerador, licuadoras, microwave, etc.), televisión, movilidad (ciclo motores eléctricos) y otros electrodomésticos del hogar (computadora, teléfono móvil, etc.).

El consumo de energía de individual por municipio es calculado sobre la base de la energía consumida por la población en bienes movibles y no movibles, en toneladas equivalentes de petróleo (tep) por lo que se hace necesario trabajar con los factores de conversión (fc) de los portadores energéticos seleccionados. Mediante la ecuación:

$$E_i = \sum_{i=1}^n E \text{ bienes movibles} + \sum_{i=1}^n E \text{ bienes no - movibles}$$

donde:

E_i : Consumo de energía la población en bienes movibles y no-movibles en el municipio i.

$\sum_{i=1}^n E \text{ bienes movibles}$: Suma del consumo de energía la población en bienes movibles.

$\sum_{i=1}^n E \text{ bienes no - movibles}$: Suma del consumo de energía la población en bienes no-movibles.

Determinación del Índice de eficiencia energética municipal:

IEEM es el índice de eficiencia energética municipal introduciéndose en la ecuación:

$$IEEM_i = \frac{|ICVU_i|}{E_i}$$

donde:

$IEEM_i$: Índice de eficiencia energética municipal para el municipio i.

$|ICVU_i|$: Módulo del Índice de calidad de vida urbana para el municipio i.

E_i : Consumo de energía la población en bienes movibles y no movibles en el municipio i .

Indicador Consumo de electricidad per cápita (CEpc):

CEcp es un indicador de estándar internacional para medir el desempeño del consumo de energía eléctrica de los Consejos Populares y el municipio de Cienfuegos, este indicador su medición debe ser anual. Fue propuesto por (Guerrero Soto, 2023).

$$CEcp = \frac{\text{Consumo de electricidad}}{\text{habitantes}} \quad \text{Ecuación 3.1}$$

donde:

Consumo de electricidad: Consumo de electricidad en Consejo Popular o municipio (Mwh)

habitantes: Cantidad de habitantes por Consejo Popular o municipio.

Indicador Presencia de fuentes renovables de energía en la matriz energética municipal (FREMEN), propuesto por Correa (2021), el cual se puede medir y analizar de forma anual.

$$FREMEN = \frac{\sum_i^n GEFRE}{GEm} \times 100$$

donde:

FREMEN: Presencia de fuentes renovables de energía (FRE) en la matriz energética municipal (%).

$\sum_i^n GEFRE$: Sumatoria de la generación de energía por sectores (1) estatal, (2) privado y (3) residencial, por tipo de FRE (tep).

GEm: Generación de energía municipal por todos los conceptos FRE, convencional y todos los sectores (tep).

Indicadores Medio Ambientales

Indicador Carga contaminante dispuesta al agua per cápita

Este indicador se propone por Covas (2019) y se relaciona con el índice de calidad de vida urbana (ICVU), su medición es anual.

$$CCDA = \frac{\text{Total de carga contaminante dispuesta}}{\text{Población urbana residente}}$$

Donde:

CCDA: Carga contaminante dispuesta al agua per cápita

Unidad de medida: TDBO/hab*a (Toneladas Demanda biológica de oxígeno).

RSU per cápita

Indicador residuos sólidos urbanos per cápita (*RSU per cápita*), este indicador se puede medir de forma anual.

$$RSU \text{ per cápita} = \frac{\text{Residuos sólidos recolectados}}{\text{Población residente}}$$

Donde:

RSU per cápita: Residuos sólidos urbanos generados por habitante.

RSU recolectado: Residuos sólidos urbanos totales.

Población: Cantidad de habitantes total del municipio.

Tasa de superficie de plantaciones forestales municipal (TSPm).

Se relaciona con la mitigación a la deforestación en el municipio, su medición es anual.

$$TSPm = \frac{\left(SPi - \frac{\sum_i^n SP}{n} \right)}{\frac{\sum_i^n \left| SPi - \frac{\sum_i^n SP}{n} \right|}{n}}$$

Donde:

TSPm: Tasa de superficie plantada municipal

SPi: Superficie plantada en el año i

Por ciento de suelos con erosión (% Suelos con erosión)

$$\% \text{ suelos con erosión} = \frac{\text{Cantidad de suelos erosionados}}{\text{Total de suelos agrícolas}} \times 100$$

Este indicador fue propuesto por Azorin (2011), pero hasta la fecha el municipio de Cienfuegos no posee un estudio de suelo actualizado, este indicador se puede medir de forma anual, para su medición se necesita como fuente primaria de la información del INOTU, Delegación Municipal de la Agricultura y el CITMA.

3.6 Conclusiones parciales

1. El análisis bibliométrico realizado permite identificar la tendencia en cuanto a la relación entre economía circular y gestión energética municipal, donde destaca España, reino unido e Italia como países más comprometido con 16 y 15 estudios sobre el tema, mostrando un número significativo de conexiones; en cuanto a las palabras claves se obtuvieron 47, de ellas las más significativas son *circular economy*, *waste management* y *municipal solid waste*, demostrando que aunque es un tema relativamente nueva, es ampliamente abordada.
2. La existencia del SGEL en la gestión de gobierno del municipio de Cienfuegos propicia la incorporación del modelo de EC, dando como resultado el SGELEC, al cual es sostenido para la medición del desempeño municipal por los indicadores energéticos-ambientales.

Conclusiones

1. El modelo de economía circular es la respuesta factible a la necesidad que existe actualmente de mejorar la calidad del medio ambiente y aun así conseguir el desarrollo económico y social de ciudades en el tránsito hacia la sostenibilidad.
2. En el municipio de Cienfuegos persisten bajos niveles de aprovechamiento económico de residuales, asociado a la falta de infraestructura, financiamiento y de una cultura de sostenibilidad donde se perciban beneficios económicos y ambientales desde la incorporación del modelo de EC; esto es más evidente en el sector económico y el sector industrial pues presenta potencialidades para aprovechamiento de residuos mediante aplicación de estrategias 10R.
3. La propuesta del SGELEC a partir del SGEL en la gestión de gobierno del municipio de Cienfuegos, queda sustentado por un SGEL validado para los municipios cubanos y por el análisis bibliométrico que permitió identificar la tendencia en cuanto a la relación entre economía circular y gestión energética municipal en el mundo, tema relativamente nuevo pero ampliamente abordado; destacándose los países europeos y las palabras claves como: *circular economy*, *waste management* y *municipal solid waste*.

Recomendaciones

Aplicar esta propuesta de SGELEC en consejos populares que sean seleccionados para su validación.

Bibliografía

- Almeida-Guzmán, M., & Díaz -Guevara, C. (2022). *Vista de Economía circular, una estrategia para el desarrollo sostenible. Avances en Ecuador*. Estudios de la Gestión: revista internacional de administración. <https://revistas.uasb.edu.ec/index.php/eg/article/view/2407/2199>.
- Arcadis. (2022). *Prosperity beyond profit. (The Arcadis Sustainable Cities Index) (SCI)*.
- Barragan Martinez, Y., & Barragan Vargas, M. (2017). *Economía Circular y Desarrollo Sostenible: Retos y Oportunidades de la Ingeniería Ambiental* [PhD Thesis]. Universidad Estatal de Milagro Milagro.
- Bhattacharyya, S. (2012). Energy access programmes and sustainable development: A critical review and analysis. *Energy for Sustainable Development*, 16(3), 260-271.
- Bohm, L. E., Falappa, M. B., & Vazquéz, M. (2019). *De una economía lineal a una circular, en el siglo XXI*. Bibliotecas.uncuyo.edu.ar. <https://www.bing.com/ck/a?!&p=c87d958e24044b60JmltdHM9MTY2MzgwNDgwMCZpZ3VpZD0zMTg3MzI1Ni0wNjAzLTYxMDgtMDQyMi0yM2RiMDc3MjYwOTUmYW5zaWQ9NTlwMw&ptn=3&hsh=3&fclid=31873256-0603-6108-0422-23db07726095&u=a1aHR0cHM6Ly9iaWJsaW90ZWNhcy51bmN1LmVkdS5hci9leHBsb3JhZG9yMy9SZWNvcnQvMTQzMjY&ntb=1>
- Bofill Vega, S. (2010). *Modelo General para contribuir al desarrollo local, basado en el Conocimiento y la Innovación. Caso Yaguajay*. (Tesis Doctoral). Universidad "Camilo Cienfuegos".
- Boisier, S. (1999). *Desarrollo Local ¿De qué estamos hablando?* http://www.desarrollolocal.org/documentos/nuevos_docs/Boisier_Desarrollo_local.doc
- Caicedo, E., Mejía de, R., Gordillo, M., & Torres, J. (2015). Reutilización de un residuo de la industria petrolera (FCC) en la producción de elementos constructivos. *Ingeniería y Universidad*, 19(1), 135-154.
- Cantero Madrazo, A. (2016). *Procedimiento para el diagnóstico energético en los municipios. Caso de estudio Consejos Populares San Lázaro, Centro Histórico y Reina*. [Trabajo de Diploma]. Universidad "Carlos Rafael Rodríguez".
- Castro Perdomo, N. A. (2015). *Modelo de ordenamiento de las actividades de interfaces para la gestión integrada de la ciencia, tecnología, innovación y medioambiente a nivel territorial*. [Tesis Doctoral]. Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas.
- Castro Perdomo, N. A. y Rajadel Acosta, O.N. (2015). El desarrollo local, la gestión de gobierno y los sistemas de innovación. *Universidad y Sociedad*, 7(1), 63-72.
- Consejo Empresario Argentino para el Desarrollo Sostenible, (CEADS). (2019). *Economía Circular: Contribución a las metas climáticas y la Agenda 2030 en Argentina*.
- Ceglia, F., Esposito, P., & Sasso, M. (2020). From Smart Energy Community to Smart Energy Municipalities: Literature review, agendas and pathways. *Journal of Cleaner Production*, 1-47.
- Cerdá, E., & Khalilova, A. (2016). Economía circular. *Economía Industrial*, 35(5), 11-20.
- Chaves, R., & Monzón, J. L. (2018). La economía social ante los paradigmas económicos emergentes: Innovación social, economía colaborativa, economía circular,

responsabilidad social empresarial, economía del bien común, empresa social y economía solidaria. *CIRIEC-España, Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*, 5(50).

- Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia. (2022). Ciudades Sostenibles (Estrategia Nacional de Economía Circular).
- Colombo, E., Stefano Bologna, S., & Masera, D. (2013). Renewable Energy for Unleashing Sustainable Development. *Springer International Publishing Switzerland*.
- Correa Soto, J., Cabello Eras, J. J., Nogueira Rivera, D., Haeseldonckx, D., Sagastume, A., Gutierrez & Silva de Oliveira, L. F. (2018). Municipal Energy Management Model for Cuban First Level Municipalities. *Journal of Engineering Science and Technology Review*, 11(6), 1-6.
- Correa Soto, J., Sánchez Salmerón, D. M., Cabello Eras, J. J., Nogueira Rivera, D., y Díaz Viñales, Y. A. (2021). Balance energético como elemento de la gestión de gobierno local en Cuba: caso estudio municipio de Cienfuegos. *Universidad y Sociedad*, 13(1), 266-275.
- Correa Soto, J. (2021). *Instrumento Metodológico para la Gestión Energética en los Órganos de Gobierno Local en Cuba* [Doctorado en Ciencias Técnicas]. Universidad de Matanzas.
- Cuba. Gaceta Oficial de la República de Cuba., (2019). Constitución de la República, proclamada el 10 de abril de 2019 (GOC-2019-406-EX5).
- Cuba. Asamblea Nacional del Poder Popular, (ANPP). (2023). Ley 150/2022 “Del Sistema de los Recursos Naturales y el Medio Ambiente” (GOC-2023-771-O87).
- 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
- Cueto, B., & Escudero-Castillo, I. (2020). *Oportunidades de Empleo y Emprendimiento en Economía Circular y Desarrollo Rural Sostenible*.
- De Jong, M., Joss, S., Schraven, D., Zhan, C., & Weijen, M. (2015). Sustainable-smart-resilient-low carbon-eco knowledge cities; making sense of a multitude of concepts promoting sustainable urbanization. *Journal of Cleaner Production*, 109(1), 25-38.
- de Miguel, C., Martínez, K., Pereira, M., & Kohout, M. (2021). Economía circular en América Latina y el Caribe: Oportunidad para una recuperación transformadora. *Documentos de Proyectos de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)*.
- Díaz García, D. (2022). *Aplicación de la Economía Circular en el Consejo Popular de San Lázaro de la provincia de Cienfuegos* [Trabajo de diploma en opción al Título de Ingeniero Químico]. Universidad de Cienfuegos.
- Díaz-Canel Bermúdez, M. M., & Delgado Fernández, M. (2021). Gestión del gobierno orientado a la innovación: Contexto y caracterización del Modelo. *Universidad y Sociedad*, 13(1), 6-16.
- Díaz-Canel Bermúdez, M. M., & Delgado Fernández, M. (2020). Modelo de gestión del gobierno orientado a la innovación. *Revista Cubana de Administración Pública y Empresarial*, 4(3), 300-321.

- 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.
- ES MAPAMA & MIMEINCO. (2018). *España circular 2030: Estrategia española de economía circular*. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente & Ministerio de Economía, Industria y Competitividad.
- Fernández, M. M. (2021). *La implementación del Modelo de Economía Circular a nivel urbano*. 40.
- Font Prieur, D. Y. (2023). *Aplicación de la Economía Circular en empresas de Cumanayagua* [Tesis presentada en opción al Título Académico de Máster en Producciones más Limpias]. Universidad de Cienfuegos.
- Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: The expected transition to a balance interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 114, 11-32.
- Guerrero Soto, 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* [Maestría en Administración de Negocios]. Universidad de Cienfuegos.
- Guillén Royo, M. (2016). Sustainability and Wellbeing Human Scale Development in Practice. *Taylor & Francis Group*.
- Guzón Camporredondo, A. (2016). Guía Metodológica para la Estrategia de Desarrollo. Gobierno Municipal Cienfuegos, Cuba.
- Grupo Empresarial de Reciclaje. (2021). Grupo Empresarial de Reciclaje. <http://www.cubarecicla.ger.cu>
- Gupta, J., & Vegelin, C. (2016). Sustainable development goals and inclusive development. *Int Environ Agreements*, 16, 433-448.
- Harjanne, A. y Korhonen, J.M. (2019). Abandoning the concept of renewable energy. *Energy Policy*, 127, 330–340. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.12.029>.
- ISO 59004:2023 (2022). *ISO/DIS 59004:2023 Circular Economy – Terminology, Principles and Guidance for implementation*.
- Korhonen, J., Nuur, C., Feldmann, A., & Birkie, S. (2018). Circular economy as an essentially contested concept. *Journal of Cleaner Production*, 175, 544-552.
- Kumar, A., Sah, B., Singh, A.R., Deng, Y., He, X., Kumar, P. y Bansal, R.C. (2017). A review of multi criteria decision making (MCDM) towards sustainable renewable energy development. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 69, 596-609.
- Lazo, M. (2002). *Modelo de Dirección del Desarrollo Local (MDDL) con enfoque estratégico. Experiencia en Pinar del Río* [Tesis Doctoral]. Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría”.
- López Martínez, D., & Bereau Sarria, I. (2018). *Incorporación de las potencialidades energéticas municipales en el desarrollo local al municipio de Cienfuegos. Caso estudio energía solar en el sector residencial*. [Tesis de Grado]. Universidad de Cienfuegos.

- MEP. Ministerio de Economía y Planificación. (2021). Resolución 1238. Directivas para el desarrollo, mantenimiento y sostenibilidad de las fuentes renovables y el uso eficiente de la energía.
- Nikanorova, M., & Stankevičienė, J. (2020). Development of environmental pillar in the context of circular economy assessment: Baltic Sea Region case. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 8(1).
- Oficina Nacional de Estadística e Información, (ONEI). (2023). *Anuario estadístico de Cuba*.
- Organización de Naciones Unidas, (ONU). (2015). *El camino hacia la dignidad para 2030: Acabar con la pobreza y transformar vidas protegiendo el planeta. Informe de síntesis del Secretario General sobre la agenda de desarrollo sostenible después de 2015*.
- Piloto Chávez, R. O., & Ruíz Acosta, V. (2022). Análisis de los Desafíos para La Implementación de un Modelo de Economía Circular en Cuba. *Observatorio de las Ciencias Sociales en Iberoamérica*, 3(18), 191-201.
- Potting, J., Hekkert, M., Worrell, E., & Hanemaaijer, A. (2017). Circular Economy: Measuring Innovation in the Product Chain. *PBL– Netherlands Environmental Assessment Agency*. <https://dspace.library.uu.nl/handle/1874/358310>
- Prieto Sandoval, V., Jaca García, C., & Ormazabal Goenaga, M. (2017). Economía circular: Relación con la evolución del concepto de sostenibilidad y estrategias para su implementación. *Memoria Investigaciones en Ingeniería*, 15, 85-95.
- Sánchez Treto, C. (2022). *Análisis del Casco Histórico de la provincia de Cienfuegos desde la perspectiva de la Economía Circular* [Trabajo de diploma en opción al Título de Ingeniero Químico]. Universidad de Cienfuegos.
- Van Hoof, B., Núñez, G., & de Miguel, C. (2022). Metodología para la evaluación de avances en la economía circular en los sectores productivos de América Latina y el Caribe. *Publicación de las Naciones Unidas*, 229.
- 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 Production*, 226, 913-927.

Anexos

Anexo 1

Objetivos de Desarrollo Sostenible

Objetivo 1	Poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo
Objetivo 2	Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible
Objetivo 3	Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades
Objetivo 4	Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos.
Objetivo 5	Lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas.
Objetivo 6	Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos.
Objetivo 7	Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos.
Objetivo 8	Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos.
Objetivo 9	Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación.
Objetivo 10	Reducir la desigualdad en y entre los países.
Objetivo 11	Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.
Objetivo 12	Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.
Objetivo 13	Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.
Objetivo 14	Conservar y utilizar en forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible.
Objetivo 15	Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar los bosques de forma sostenible de los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y poner freno a la pérdida de la diversidad biológica.
Objetivo 16	Promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitar el acceso a la justicia para todos y crear instituciones eficaces, responsables e inclusivas a todos los niveles.
Objetivo 17	Fortalecer los medios de ejecución y revitalizar la Alianza Mundial para el desarrollo sostenible.

Anexo 2

Plan de Acción

Oportunidades de mejoras	
Acción estratégica 1. Incrementar la eficiencia y el ahorro en el consumo de energía.	
Responsables	
El Gerente General y el Gerente de la planta	
¿Qué?	Cuantificar el impacto ambiental en los procesos de fabricación y distribución para realizar un análisis para encontrar mejoras potenciales que reduzcan el uso energía.
¿Por qué?	Para la empresa es imprescindible concebir la eficiencia y el ahorro de energía disminuyendo los costos de electricidad y generando un ahorro financiero.
¿Quién?	El Gerente General y el Gerente de la planta, unido a el personal calificado en el Departamento de Medio Ambiente que radica en dichas entidades.
¿Cuándo?	La aplicación de la oportunidad comenzará el 1/9/2023 y terminará el 2/3/2024 (tiempo medio).
¿Cómo?	Incrementando la incorporación de técnicos y trabajadores a las actividades necesarias.
¿Dónde?	En la UEB Beneficio Seco del café y la UEB de Quesos.
Oportunidades de mejoras	
Acción estratégica 2. Buscar salidas en la Economía Circular a los residuos generados en la producción.	
Responsables	
El Gerente General, el Gerente de la planta y el Gerente del Departamento de Medio Ambiente.	
¿Qué?	Pasar de un proceso lineal a un proceso circular mediante la recirculación de los residuos y productos.
¿Por qué?	Para la empresa es imprescindible optimizar recursos, reducir en el consumo de materias primas y aprovechar los residuos, reciclándolos o dándoles una nueva vida para convertirlos en nuevos productos.
¿Quién?	El Gerente General, el Gerente de la planta y el Gerente del Departamento de Medio Ambiente.
¿Cuándo?	La aplicación de la oportunidad comenzará el 25/9/2023 y terminará el 15/3/2024 (tiempo medio).
¿Cómo?	Incrementando la incorporación de técnicos y trabajadores a las actividades necesarias unido a la gerencia de la fábrica.
¿Dónde?	En la UEB Beneficio Seco del café y la UEB de Quesos.
Oportunidades de mejoras	
Acción estratégica 3. Prolongar la vida útil de los productos.	
Responsables	
El Gerente General y el Gerente de la planta.	
¿Qué?	Darle la mayor durabilidad posible a los productos que se obtienen.

¿Por qué?	Para la empresa se considera necesaria esta actividad ya que, se extiende aún más el tiempo de vida del producto, por lo que, su aprovechamiento es mayor.
¿Quién?	El Gerente General y el Gerente de la planta.
¿Cuándo?	La aplicación de la oportunidad comenzará el 10/10/2023 y terminará el 2/2/2024 (tiempo corto).
¿Cómo?	Incrementando la incorporación de técnicos y trabajadores calificados para la tarea.
¿Dónde?	En la UEB Beneficio Seco del café y la UEB de Quesos.
Oportunidades de mejoras	
Acción estratégica 4. Impulsar la creación de nuevos modelos de negocios más circulares.	
Responsables	
El Gerente General.	
¿Qué?	Optimizar el uso de los recursos naturales y la reducción de impactos medioambientales.
¿Por qué?	Para la empresa se considera necesaria esta actividad ya que, mediante la innovación en productos o servicios y otra serie de propuestas encaminadas hacia una economía más circular, se permitirá avanzar hacia una menor la dependencia del consumo de materiales.
¿Quién?	El Gerente General.
¿Cuándo?	La aplicación de la oportunidad comenzará el 24/8/2023 y terminará el 2/2/2024 (tiempo medio).
¿Cómo?	Incrementando la incorporación del Gerente de la planta y trabajadores capacitados.
¿Dónde?	En la UEB Beneficio Seco del café y la UEB de Quesos.
Oportunidades de mejoras	
Acción estratégica 5. Aumentar la formación en materias de circularidad en el sector.	
Responsables	
El Gerente General.	
¿Qué?	Al aumentar la formación de materias de circularidad en el sector, hacen que sigan estando en circulación aquellas que respetan y entienden un ciclo circular.
¿Por qué?	Para la empresa se considera necesaria esta actividad ya que, una vez utilizadas las materias, pueden volverse a utilizar o pueden ser devueltas a la naturaleza en forma de nutrientes.
¿Quién?	El Gerente General.
¿Cuándo?	La aplicación de la oportunidad comenzará el 1/8/2023 y terminará el 1/8/2024 (tiempo largo).
¿Cómo?	Incrementando la incorporación del Gerente de la planta.
¿Dónde?	En la UEB Beneficio Seco del café y la UEB de Quesos.
Oportunidades de mejoras	
Acción estratégica 6. Incorporar la Economía Circular a la estrategia de la fábrica.	
Responsables	

El Gerente General y el Gerente de la planta.	
¿Qué?	Con la Economía Circular se promueve la optimizar recursos, reducir el consumo de materias primas y aprovechar los residuos, reciclándolos o dándoles una nueva vida para convertirlos en nuevos productos.
¿Por qué?	Incorporar estos conceptos de Economía Circular a la estrategia de la empresa generará importantes beneficios tales como, reducir la presión sobre el medio ambiente, mejorar la seguridad de suministro de materias primas, aumento de la competitividad y de la innovación, y crecimiento del empleo.
¿Quién?	El Gerente General y el Gerente de la planta.
¿Cuándo?	La aplicación de la oportunidad comenzará el 1/9/2023 y terminará el 1/9/2024 (tiempo largo).
¿Cómo?	Incrementando la incorporación de técnicos y trabajadores calificados para la tarea.
¿Dónde?	En la UEB Beneficio Seco del café y la UEB de Quesos.
Oportunidades de mejoras	
Acción estratégica 7. Priorizar siempre el uso de materiales reciclables en la fabricación.	
Responsables	
El Gerente General y el Gerente de la planta.	
¿Qué?	Mitigar la escasez de recursos naturales vírgenes, disminuir los riesgos de enfermedades, reducir la demanda de espacio en tiraderos, fomentar el ahorro de materias primas y agua y, además, generar nuevos puestos de trabajo.
¿Por qué?	Contribuye a economizar energía ya que los productos reciclados prescinden de varios pasos imprescindibles en el proceso de fabricación. Es decir, se necesita mucha más energía para extraer, refinar, transportar y procesar materias primas que para transformar materiales reciclados ya disponibles.
¿Quién?	El Gerente General y el Gerente de la planta.
¿Cuándo?	La aplicación de la oportunidad comenzará el 5/9/2023 y terminará el 2/3/2024 (tiempo medio).
¿Cómo?	Incrementando la incorporación de técnicos y trabajadores calificados para la tarea.
¿Dónde?	En la UEB Beneficio Seco del café y la UEB de Quesos.
Oportunidades de mejoras	
Acción estratégica 8. Innovar en materiales, procesos y productos.	
Responsables	
El Gerente General y el Gerente de la planta.	
¿Qué?	Favorecer la utilización de tecnologías avanzadas que permitan la sustitución de determinadas materias primas.
¿Por qué?	Para la empresa se considera necesaria esta actividad ya que, se producen menos externalidades negativas sobre el entorno.
¿Quién?	El Gerente General y el Gerente de la planta.

¿Cuándo?	La aplicación de la oportunidad comenzará el 10/9/2023y terminará el 10/9/2024 (tiempo largo).
¿Cómo?	Incrementando la incorporación de trabajadores calificados para la tarea.
¿Dónde?	En la UEB Beneficio Seco del café y la UEB de Quesos.

Nota: tomado de (Font Prieur, 2023)

Anexo 3

Modelo para la gestión energética en los órganos de gobierno local en Cuba



Nota: tomado de (Correa Soto, 2021).