**Título**

**Economía Circular como contribución a la sostenibilidad en el destino turístico Cayos de Villa Clara**

***Title***

***Circular Economy as a contribution to sustainability in the tourist destination Cayos de Villa Clara***

**Fernando Marrero-Delgado 1, Idalmis Acosta-Pérez 2,**

**María del Rocío Gómez-Díaz3, José U. Espinosa-Martínez4**

1- Fernando Marrero Delgado. Departamento de Ingeniería Industrial. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Cuba. E-mail: [fmarrero@uclv.edu.cu](mailto:fmarrero@uclv.edu.cu)

2-Idalmis Acosta Pérez. Departamento de Ingeniería Industrial. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Cuba. E-mail:[idalmisap@uclv.edu.cu](mailto:idalmisap@uclv.edu.cu)

3- María del Rocío Gómez-Díaz, Profesora Investigadora de Tiempo Completo, Facultad de Contaduría y Admón. Universidad Autónoma del Estado de México, México. E-mail: rgomezd44@hotmail.com

4- José Ulivis Espinosa-Martínez, Departamento de Ingeniería Industrial. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Cuba. E-mail: ulivis@uclv.edu.cu

**ARTICULO PARA SER SOMETIDO A PUBLICACIÓN**

**Resumen:** La economía circular es un paradigma que tiene como objetivo generar prosperidad económica, proteger el medio ambiente y prevenir la contaminación, facilitando así el desarrollo sostenible. El creciente interés de la industria turística por la implementación de la economía circular, nos ha llevado a indagar sobre su conexión directa con la sostenibilidad en un destino turístico del sol y playa. Para ello se ha realizado un análisis de artículos científicos publicados en este último siglo acerca de este tema y se muestran algunas aplicaciones de alternativas de economía circular. Como resultados finales se obtiene que la Economía Circular es un modo de actuación que ha evolucionado a partir del concepto de sostenibilidad, proponiendo diferentes estrategias en cuanto al uso eficiente del agua y desechos para conseguir la circularidad en los diferentes procesos, permitiendo consumo sostenible.

***Abstract:*** *The circular economy is a paradigm that aims to generate economic prosperity, protect the environment and prevent pollution, thus facilitating sustainable development. The growing interest of the tourism industry in the implementation of the circular economy has led us to investigate its direct connection with sustainability in a tourist destination of the sun and beach. To this end, an analysis of scientific articles published in this last century on this topic has been made and some applications of circular economy alternatives are shown. As final results we obtain that the Circular Economy is a mode of action that has evolved from the concept of sustainability, proposing different strategies regarding the efficient use of water and waste to achieve the circularity in the different processes, allowing sustainable consumption*.

**Palabras Clave:** Economía circular; Sostenibilidad; Turismo.

***Keywords:*** *Circular economy; Sustainability; Tourism.*

**1. Introducción**

El concepto de desarrollo sostenible se conoce por primera vez a finales de los años 80 con el reporte de Brundtland (WCED, 1987), donde se definió como: “satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las generaciones del futuro para atender sus propias necesidades” (WCED, 1987). Durante los 90 se entendía que la sostenibilidad se lograba combinando tres dimensiones: económica, social y ambiental. Sin embargo, la postura de Mebratu (1998), mostró que la sostenibilidad no se reduce a la combinación de estas tres dimensiones, sino que la sostenibilidad económica depende de la sostenibilidad social, y estas dos dependen de la ambiental. Recientemente, una nueva visión ha formulado que el desarrollo sostenible tiene una cuarta dimensión: “el tiempo”, ya que las acciones hacia la sostenibilidad tienen un impacto de corto, mediano y largo plazo (Lozano, 2008).

Paralelamente, la sociedad, las empresas y los gobiernos han abordado la sostenibilidad como un objetivo con diferentes modelos industriales y desde una perspectiva lineal. Así que es fundamental activar la transición hacia un nuevo modelo productivo que reduzca la presión sobre el medio ambiente, y que sea capaz de generar desarrollo económico y social.

En este escenario, el paradigma de la Economía Circular (EC) se presenta como la alternativa a este modelo lineal. La EC permite responder a los desafíos del crecimiento económico y productivo actual porque promueve un flujo cíclico para la extracción, transformación, distribución, uso y recuperación de los materiales y la energía de productos y servicios disponibles en el mercado (Stahel, 2016; Park, 2010). La EC es un paradigma que tiene como objetivo generar prosperidad económica, proteger el medio ambiente y prevenir la contaminación, facilitando así el desarrollo sostenible. Es por eso que este modelo se apoya en el principio de las 3 Rs (Reducir, Reusar, Reciclar), aplicable a todo el ciclo de vida de los productos (Yuan, et al., 2008) y en estrategias de diseño sostenible.

Las estrategias de diseño sostenible como la de *Cradle to cradle* propuesta por McDonough y Braungart (2002), son importantes porque facilitan que los productos y servicios puedan ser reintroducidos al sistema como recursos biológicos o técnicos, es decir que actúan como catalizadoras del funcionamiento de la EC (Prieto-Sandoval, et al., 2016).

El turismo sostenible no es un concepto nuevo, no obstante, el concepto de Economía Circular está ayudando a impulsar este modelo a la hora de rediseñar los productos y servicios. La novedad radica en el creciente interés por su implementación en la estrategia de gestión del turismo (Winston, 2016).

La Economía Circular nace de la necesidad real actual de abandonar un modelo económico lineal que ha seguido una sociedad que ha agotado los recursos necesarios para satisfacer las necesidades futuras de un planeta cada vez más débil: el planeta tierra.

Sin embargo, a pesar de que todas las estrategias giran en torno a los objetivos de reciclaje, reciclar no es la solución cuando se habla de aprovechamiento de recursos. Reciclar requiere de energía para procesar los materiales y también necesita de esfuerzo para coordinar sus actividades. Reciclar no evita la eliminación del plástico, lo retrasa. Para esto, se debe. añadir un nuevo concepto al modelo clásico de sostenibilidad: rechazar. Se debe rechazar productos que no son buenos ni para el planeta ni para la gente que lo habita. Hay que pensar qué mundo se quiere dejar a las futuras generaciones y lograr coordinar una sociedad hacia el camino de la sostenibilidad (Johnson, 2016).

**2. Metodología**

Para este estudio se hizo una revisión de la literatura científica y otras fuentes de información disponibles que permitió identificar la evolución del concepto de sostenibilidad, su relación con la EC y sus campos de acción. La revisión sistemática de la literatura es un método replicable y científico para definir el campo de estudio y permite comprender el camino que los investigadores toman para llegar a sus hallazgos. Así mismo, esta metodología permite entender en profundidad un campo de estudio para poder contribuir con el desarrollo de su marco teórico (Tranfield, 2003).

La búsqueda de literatura se inició a través de la *Web of Science*, usando las palabras “*circular economy*” en el tema, "*Cradle to Cradle*" en el tema, o “industrial ecology” en el título. Adicionalmente solo se incluyeron las publicaciones comprendidas entre el año 2000 y 2018, obteniendo 1760 items. De esta selección inicial solo 710 publicaciones eran artículos científicos. A esta selección se agregó un nuevo filtro para analizar únicamente los estudios clasificados en las categorías siguientes: ciencias sociales interdisciplinarios, estudios ambientales, administración, economía, negocios, ingeniería industrial, ingeniería multidisciplinar, ingeniería de manufactura y ciencias multidisciplinares.

Del paso anterior se obtuvieron 99 artículos, de los cuales, se hizo un análisis de contenido de los *abstract* para seleccionar los más relacionados con el objetivo del estudio, es decir, que hicieran alusión a la relación de la EC con la sostenibilidad. Como resultado se obtuvieron 28 artículos.

Teniendo en cuenta que investigaciones valiosas para este estudio, fueron publicadas en otras bases de datos, en libros, reportes o pertenecen a años inferiores al 2000, también se aplicó la técnica “cadena de referencia” o “bola de nieve”. Este es un método de recopilación de datos que suele utilizarse cuando existe dificultad para identificar una muestra representativa a través de fuentes oficiales (Hansen, 2001; Ricci y Gunter 1990), que para este caso sería la búsqueda realizada en Web of Science. La técnica “bola de nieve” se orientó a la revisión del contenido de las referencias en los artículos identificados. Con este paso se agregaron a la selección 22 artículos relevantes que habían sido ampliamente citados. Finalmente, para la revisión de literatura se incluyeron 50 artículos

La figura 1 ilustra la distribución de las publicaciones seleccionadas. En ésta, se evidencia que la mayoría (58%) de las investigaciones seleccionas fueron publicadas durante los últimos siete años. Incluso, el año con mayor número de publicaciones es el 2017.

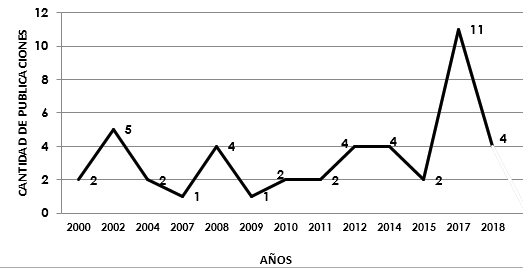


Figura 1. Distribución de las publicaciones seleccionadas por años.

Por otra parte, también se analizaron las fuentes de las publicaciones y se observó que la revista científica con más publicaciones (12 artículos) fue el *Journal of Cleaner Production*. Aunque dentro de la revisión también se destacan revistas como el *Sustainability* (4 artículos) y el *International Journal of Technology* (3 artículos).

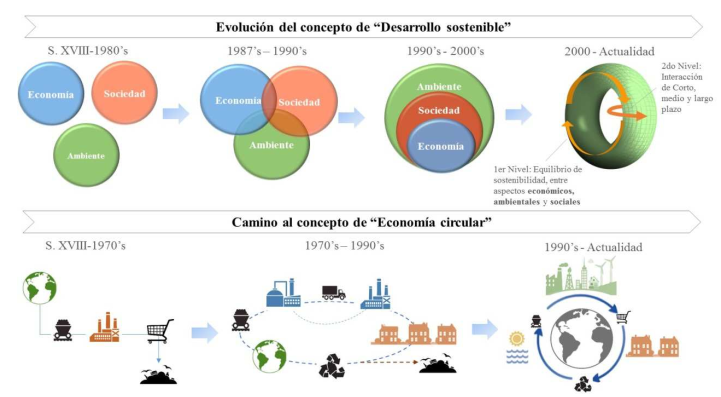
**Evolución de la sostenibilidad y su relación con la economía circular**

Pero no fue hasta 1990 cuando Pearce y Turner (1990) formularon literalmente el término "Economía Circular", proponiendo un flujo económico cerrado que explicaba cómo sería posible su funcionamiento. En el campo de la ingeniería, la investigación realizada por Ayres (1989), propuso entender y diseñar actividades industriales que funcionaran como un metabolismo en cada empresa y luego la formación de simbiosis industrial entre organizaciones distintas. Así, durante los años noventa, el concepto de sostenibilidad empezó a influir en la sociedad, y a entenderse como la integración de la prosperidad económica, social y el cuidado del ambiente (Mebratu, 1998).

De acuerdo a lo anterior, puede decirse que la EC no es un concepto nuevo, aunque ha llamado la atención de la comunidad científica y empresarial, especialmente en los últimos años, debido a su implementación como política estratégica para países como Alemania, China, Japón, la Unión Europea (EU Commission, 2014) entre otros. Además, hay varios campos de estudio y disciplinas que han sumado esfuerzos para impulsar el cambio del sistema económico lineal y clásico, al paradigma circular, algunas de estos son: la administración, con el desarrollo de modelos de negocios alternativos y sostenibles (Lewandowski, 2016; Valkokari y Antikainen, 2016); la ingeniería, a través de la simbiosis industrial (Geng, et al 2007); el diseño, con la estrategia "Cradle to Cradle" (McDonough y Braungart, 2002) y la biomímesis (Benyus,2002) entre otros.

Así, el refuerzo de la idea de cerrar los flujos de energía y materiales, es congruente con la evolución reciente del concepto de sostenibilidad. Mebratu (1998) indica que las tres dimensiones de la sostenibilidad (económica, social y ambiental) no solo deben integrarse, sino que deben estar configuradas como una sola unidad donde todo lo económico afecta lo social, y todo lo social lo ambiental, por tanto, todo fenómeno ambiental afecta las dimensiones social y económica de la sostenibilidad. Es por eso que varios estudios se han orientado analizar la implantación de la EC en las empresas para impulsar su sostenibilidad económica en el largo plazo, entendiendo la importancia de la sostenibilidad ambiental (Ormazabal et al. 2016; Linder y Williander 2015; Rizos et al., 2016).

Posteriormente en 2003, Lozano (2008) propuso un modelo de sostenibilidad donde las tres dimensiones interactúan continuamente y además añade la variable “tiempo”, entendiendo así que la sostenibilidad puede estar dada en el corto, medio y largo plazo (Figura 2).



**Figura 2**. Evolución paralela de los conceptos de “Desarrollo sostenible” y “Economía circular”. Elaboración propia basada en referencias (WCED, 1987; Mebratu, 1987; Lozano, 2008; Boulding, 1966; Pearce y Turner 1990; Ayres, 1989; Ayres y Kneese 1969)

**3. Resultados y discusión**

Con la búsqueda de soluciones de economía circular en el destino cubano de sol y playa es necesario la participación de todos los actores y niveles de organización: director y subdirectores, jefes de departamentos, especialistas y trabajadores en general, donde cada factor es decisivo la aplicación de las acciones que lleven a la mejora continua. Para una mejor comprensión se realiza a continuación una descripción del destino turístico.

## Caracterización del destino turístico

El destino turístico se encuentra en el centro-oeste de la isla que abarca, en sentido este-oeste, un frente de unos 80 km. Este destino ofrece un producto turístico de Sol y Playa, sustentado en sus más de 17 kilómetros de excelentes playas caracterizadas por blancas y finas arenas, transparencia de las aguas y un hermoso color azul turquesa.

Conectados a la isla grande, por un pedraplén de 48 km de largo con 46 puentes en su estructura, que recibió el premio “Puente de Alcántara” por su calidad constructiva y el reducido impacto provocado al medio ambiente

**Informaciones generales relacionadas con el tipo de servicios**

La primera instalación turística, fue inaugurada en 1999 y sucesivamente fueron aperturados varios hoteles hasta llegar en 2018 a la suma de 16 hoteles logrando este año un acelerado incremento de habitaciones disponibles.

En estos momentos el destino turístico va en ascenso en la medida que se desarrolla y adquiere prestigio más allá del marco nacional. Por otra parte, estas características lo hacen ideal para implementar los criterios economía circular como contribución a la sostenibilidad en sus tres dimensiones.

En cuanto al proceso de seguridad, el acceso al cayo se realiza mediante el pedraplén donde se registran en el peaje (check point).

El destino tiene una central eléctrica (grupo electrógeno) que responde ante fallas, ya que cada vez es mayor su consumo con la expansión constructiva de nuevas proyecciones. Cuenta con Cuerpo de Bomberos y además un servicio de policías de playas, contando también con guardabosques.

Con respecto a la Gestión Económica Financiera juega un papel importante en el logro de utilidades, de apoyo al proceso inversionista total o parcial, al balance y a toda la información contable de cada instalación y del destino. También se deben mencionar los procesos de operaciones e inversiones, así como el departamento jurídico.

**Propuesta de soluciones para el agua como alternativas de economía circular**

Con el fin de garantizar una buena utilización de las aguas residuales se deben adoptar diversas medidas, entre las cuales se encuentran: *promover el reciclaje del agua mediante normas que protejan los riesgos para la salud y el medio ambiente; creando mecanismos de mercado para su utilización*. De esta forma, disminuye la demanda de agua de la fuente suministradora, se transfiere agua a otros sectores/usuarios (consumo doméstico), protegiendo el derecho humano de acceso al agua potable y al saneamiento. Para que este derecho sea una realidad es necesario invertir en infraestructura de agua y saneamiento.

Ya que las aguas residuales son un recurso insuficientemente explotado y recuperado: una gestión óptima de estos puede ayudar a incrementar su eficiencia en el uso de los recursos naturales y favorecería a la EC (Stuchtey, 2015).

El cambio a una EC del agua es muy prometedor. Se reemplazaría la escasez con abundancia, se transfiere agua entre sectores usuarios, se aumenta el tratamiento de las aguas residuales y se reduciría la demanda del recurso hídrico al medio natural. Por lo tanto, así como el agua es un recurso de suma importancia en el proceso socioeconómico, también lo son las aguas negras en el ciclo químico (depuración), los cuales son el punto de partida para la revolución circular del agua.

Al considerar el planteamiento de la EC que propone la reposición y reutilización del recurso hídrico, los sistemas de tratamiento serían la herramienta fundamental utilizada dentro de las acciones para controlar la contaminación del agua, ya que a través de ellos se mejoraría la calidad de las aguas residuales, proporcionado la posibilidad de su reúso. La reutilización del agua juega un papel relevante y es parte de la solución hacia un modelo de utilización de agua sostenible (*dixit* Coral Robles, 2018).

En los hoteles las aguas residuales básicamente provienen de los sanitarios (baños), regaderas o duchas, cocinas, albercas, entre otras fuentes y son desechadas por el sistema de alcantarillado. En el sistema de alcantarillado se combina con el agua pluvial (en épocas de lluvia).

**La economía circular y el agua en el destino turístico cayos de Villa Clara**

La Empresa de Acueducto y Alcantarillado Cayo Santa María, opera 4 plantas de tratamiento de residuales, Ensenachos, Las Dunas, La Estrella y Lagunas del Este, estas plantas entregan agua de reuso a la mayoría de los Hoteles del Cayo para su utilización en el riego de la jardinería, la calidad de esta agua es monitoreada periódicamente para garantizar un servicio con la calidad requerida por la norma NC 1048: 2014. Calidad del agua para preservar el suelo.

Objetivos de estas plantas de tratamiento son:

1. Propiciar el reuso de agua como forma de uso racional de agua.
2. Brindar un servicio complementario de agua para satisfacer las demandas de agua de reuso con la calidad requerida en el riego de la jardinería a los hoteles enclavados en este destino turístico.
3. Consolidar los beneficios económicos que esta práctica le reporta a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado, aumentar el impacto ambiental positivo en la calidad de los jardines y disminuir el consumo de agua potable para riego.
4. Demostrar la estabilidad de este servicio, a través del aumento de los clientes y del total de agua de reuso vendida hasta el año 2018.

Los métodos utilizados para monitorear la calidad del residual de entrada a las Plantas de Tratamiento de Residuales, el efluente final de las mimas y el agua de reuso son los establecidos por Standard Methods for the examination of Water and Waste Water, SMWW 1998, 20th Edition.

Residual de entrada**,** según la NC 27: 2012. Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado (Véase figura 3 y 4).

**Pretratamiento**

**Tratamiento secundario**

**Tratamiento terciario**

**Tratamiento de lodos**

**Figura 3.** Esquema tecnológico planta tratamiento de residuales

|  |  |
| --- | --- |
|  | C:\Users\mirelys\Desktop\Fotos_Instalaciones\PTR Las Lagunas\20150608_105734.jpg |
| C:\Users\mirelys\Desktop\Nuevas fotos variadas\imagenes\Images\IMG0015A.jpg | |

**Figura 4.** Planta de tratamiento de residuales

La utilización del agua de reuso por las instalaciones hoteleras del destino turístico Cayos de Villa Clara para el riego de la jardinería en el año 2017, se muestra a continuación en la tabla 1, con el consumo en m3 y el importe que se les cobró por este servicio, como su comportamiento en los diferentes hoteles analizado como se muestra en la figura 5, y destacando que el Hotel Estrella II es el que más hace uso del reusó del agua con un 20390 m3.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Instalación hotelera** | **Agua reuso (m3)** | **Precio ($/m3)** | **Importe ($)** |
| SCSM | 0 | 0,25 | 0 |
| HM | 565 | 0,25 | 141,25 |
| PM | 6084 | 0,25 | 1521 |
| HLD | 20887 | 0,25 | 5221,75 |
| IE | 15120 | 0,25 | 3780 |
| PCSM | 40 | 0,25 | 10 |
| HR | 12403 | 0,25 | 3100,75 |
| E1 | 3684 | 0,25 | 921 |
| E2 | 2030 | 0,25 | 507,5 |
| VPB | 11028 | 0,25 | 2757 |
| HW | 10516 | 0,25 | 2629 |
| OCM | 4862 | 0,25 | 1215,5 |
| Total | 100318 |  | 25079,5 |

Tabla 1. Utilización del agua de reuso por las instalaciones hoteleras del destino turístico Cayos de Villa Clara para el riego de la jardinería.

Figura 5. Utilización del agua de reuso para el riego de la jardinería por las instalaciones hoteleras del destino turístico Cayos de Villa Clara en el año 2017.

Posteriormente se realiza el mismo análisis para el consumo de agua de reuso para las diferentes entidades del destino turístico Cayos de Villa en el año 2018, el cual se muestra en la tabla 2, el importe que se les cobró por este servicio, y su consumo por los diferentes hoteles se puede apreciar en la figura 6.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Instalación hotelera** | **Agua reuso (m3)** | **Precio ($/m3)** | **Importe ($)** |
| SCSM | 0 | 0,25 | 0 |
| HM | 950 | 0,25 | 237,5 |
| PM | 841 | 0,25 | 210,25 |
| HLD | 4450 | 0,25 | 1112,5 |
| IE | 6104 | 0,25 | 1526 |
| HM | 65 | 0,25 | 16,25 |
| PCSM | 745 | 0,25 | 186,25 |
| HR | 1532 | 0,25 | 383 |
| E1 | 2921 | 0,25 | 730,25 |
| E2 | 20390 | 0,25 | 5097,5 |
| VPB | 1489 | 0,25 | 372,25 |
| HW | 786 | 0,25 | 196,5 |
| OCM | 8396 | 0,25 | 2099 |
| Paisajismo | 105 | 0,25 | 26,25 |
| 29Pueblo L | 74 | 0,25 | 18,50 |
| Total | 48848 |  | 12212 |

Tabla 2. Utilización del agua de reuso por las instalaciones hoteleras del destino turístico Cayos de Villa Clara para el riego de la jardinería, año 2018.

Figura 6. Utilización del agua de reuso para el riego de la jardinería por las instalaciones hoteleras del destino turístico Cayos de Villa Clara en el año 2018.

Al termino del año 2018 se puede asegurar que se logró una disminución en el consumo de agua potable de las instalaciones hoteleras del destino turístico Cayos de Villa Clara, reusando 52 987 m3/año de agua como alternativa de economía circular, lo cual es lo que se estaría ahorrando el destino turístico. Lo que se obtiene como resultado un ahorro de $ 683 264 que dejaría de pagar por concepto de agua potable.

**Residuos sólidos (RS)**

El Departamento de Servicios Comunales, es el encargado de controlar la recolección y disposición final de la “basura” del destino turístico, mediante brigadas que atienden esa actividad.

La frecuencia de recolección de los residuos sólidos es 3 veces de forma diaria.  
La totalidad de los residuos sólidos que se generan en las entidades son dispuestos en el vertedero de forma que se mezclan durante la operación de vertido, excepto los desperdicios de alimentos que son separado desde el origen en contenedores que se utilizan para ese fin.

**Almacenamiento y transporte de RS**

En los puntos de recolección se recepcionan los RS (almacenándolos temporalmente), otros residuos mezclados son dispuestos en contenedores y bolsas plásticas, hasta que sean recogidos, esto es una solución inmediata, pero generan otros por la acumulación de los desechos que emiten malos olores y un número considerable de insectos, cercanas al lugar.

Los residuos de fácil descomposición (residuos orgánicos), se estacionan en una cámara fría en hoteles, las que trabajan con una temperatura de 18- 19 oC, cuando no es posible el traslado se vierte en el vertedero, el residuo recuperable (botellas, cartón, papel, lo almacenan temporalmente, pero cuando falla el transporte es dispuesto directamente en el vertedero, el resto de los residuos sólidos como el plástico PET, PVC, y basuras en general como culeros desechables, tubos fluorescentes, cerámicas, cristales, servilletas de papel, catálogos, son destinados de igual forma hacia el vertedero, creando un dilema ambiental.

**Disposición final**

Todos los residuos sólidos generados en los hoteles y en la ECOT, son depositados en el vertedero (sin recubrimientos) en trincheras que están construidas para tal fin, tapándose con tierra de cubrición, con una retroexcavadora. De no realizarse ese trabajo diariamente los residuos sólidos permanecerían dispuestos a cielo abierto todo el tiempo, trayendo consigo la aparición de insectos, vectores, malos olores y degradación del medio ambiente en una zona turística

**Propuestas de tratamiento para los residuos sólidos.**

Teniendo en cuenta las disposiciones, regulaciones y normas cubanas (NC 133, 134, 135: 2002) establecidas sobre el almacenamiento, recolección, transportación, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos urbanos, y la NC 530 con relación al manejo y disposición de desechos sólidos peligrosos (1999) en el país, es necesario que se adopten las consideraciones siguientes:

1. En ningún caso serán entregados sin tratamiento a los encargados del servicio de recolección mezclados con otros desechos los residuos sólidos provenientes de la clínica internacional.
2. En la vía pública no se depositarán desechos provenientes de la construcción, demolición.
3. Los recipientes colectivos para el almacenamiento de residuos sólidos serán impermeables, libres de agujeros, hendiduras que propicien el derrame del contenido o parte de este.
4. Los residuos no putrescibles (recuperables), vidrio, metal, cartón, papel, madera, plástico y otros se almacenarán en orden y clasificados en los depósitos destinados a este fin, en los lugares adecuados que no constituyan criaderos de roedores hasta el momento de su traslado.

De acuerdo a la Guía Metodológica para un manejo de RS adecuado, propuesto por Nuñez (2009) y Chaviano (2009), es necesario la clasificación en el origen de los residuos para facilitar los procesos de recuperación de energía, reutilización, y forma de reciclado.

**Recogida selectiva**

1. La recogida se llevará a cabo por 15 trabajadores y será de forma diaria, con una secuencia de 2 veces al día en horarios definidos, con segregación en el origen.
2. La clasificación en el origen del material orgánico fermentable, puede ser tratada, mediante un acondicionamiento en contenedores de 1m3 de color blanco, con una adecuada segregación.
3. Los RSU deben colocarse en áreas adecuadas y aledañas a los hoteles y entidades de la construcción, donde el personal designado por el máximo responsable deposite los desechos de acuerdo a su clasificación en los contenedores asignados para tal actividad.
4. La recolección debe efectuarse de forma tal, que mantenga la selección hecha previamente sin mezclar los diferentes tipos de residuos sólidos, o sea residuos orgánicos con residuos inorgánicos.
5. Los recipientes destinados a la recolección de RS orgánicos, se mantendrán tapados y limpios, serán lavados y desprovistos de grasa periódicamente.
6. Constarán de una estructura fuerte para resistir su manipulación, fáciles de llenar, vaciar y de tapa ajustada, además los contenedores serán de una misma unidad de recolección (0.36 m3 - 1m3).
7. Los contenedores para la pre-clasificación de este material no biodegradable estarán separados en un orden de cinco colores distintos, tres de los cuales cumplen con los reglamentos establecidos internacionalmente.

**Tratamientos**

Cualquier forma de tratamiento que se utilice para procesamiento de residuos sólidos, debe garantizar que su resultado no constituya un nuevo problema ambiental y sanitario.

Las instalaciones de tratamiento de residuos sólidos implantarán medidas correctoras sobre el impacto visual y paisajístico durante la explotación; tales como: adecuación de la instalación al paisaje, integrándose las medias aplicadas al plan de rehabilitación al cierre de la instalación.

Las instalaciones de tratamiento de residuos sólidos han de controlar la calidad de los materiales que procesan, así como las operaciones de selección, serán diseñadas para ser capaces de procesar todo el flujo volumétrico diario recibido, de forma tal que no exista un almacenamiento previo o dentro del local de selección.

**Disposición final**

Los vertederos, cualquiera que sea el método de disposición final, estarán cercados, cerrados para impedir el acceso de personas ajenas, estarán señalizados con buenos caminos de acceso, puerta de entrada, para la actividad administrativa y el aseo personal.

1. Se mantendrá el control de los papeles mediante el empleo de cercas móviles o por otro medio, en el área de trabajo y serán separados los materiales de para emplearlos como material de recubrimiento de las vías de acceso del propio relleno sanitario, u otros usos del vertedero, contando con equillos mecanizados en buen estado técnico.
2. Se dispondrá de una zanja separada para la eliminación de pequeños alimentos putrefactos y cantidades de otras materias putrescibles, procedentes de recogidas especiales, que se cubrirán inmediatamente.

**Evaluación de la propuesta residuos recuperables como una opción de economía circular**

**Planta de transferencia**

Se prevé que la planta de transferencia requiera del acondicionamiento, la disposición de las materias primas, para centralizar el tratamiento completo donde se reduce al mínimo la disposición hasta el vertedero de los residuos sólidos y se puedan ubicar los equipos y accesorios que requiere el diseño, sin que se afecte el funcionamiento de los otros procesos, además debe tener una fuerza de trabajo de 13 personas. La obra tiene como objetivo resolver la problemática que tienen los residuos sólidos que provocan afectaciones al entorno donde se ubica el vertedero, y facilitar la recirculación, reutilización para lograr una tecnología más limpia. La capacidad estimada que tendrá la planta de transferencia es de 43,00 toneladas/día y consume una potencia de 878,4 kW. /d, y anualmente consume 320616,0 kW/año.

El proceso tecnológico consiste en el reciclado, clasificado, transformación, utilización y comercialización del material inorgánico, comienza con la segregación en el origen, que es necesaria para reducir el tiempo de separación y clasificación de la basura en la planta, lo cual aseguraría un funcionamiento de mayor capacidad, calidad y efectividad facilitando una eficiencia productiva de recuperación de materiales y reciclables en general. En la planta la separación de los residuos es manual y mecánica. La sofisticación de los elementos mecánicos a utilizar dependerá del grado de desarrollo del emprendimiento, de la cantidad y el tipo de residuos a recibir (véase figura 6).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |

**Figura 6**. Reciclaje y recuperacón de vidrio y papel

Una vez pesados los camiones especializados los residuos serán ingresados a la tolva de recepción, la misma estará conectada con una cinta de elevación CB-6070, donde estará el desgarrador DP-5 para abrir las pacas, produciendo el derrame del material sobre la cinta horizontal de clasificación CP 100-80 de 15 metros de largo aproximadamente, ubicada a 3 metros de altura, acondicionada por un separador magnético de metales Foucault, el que extraerá el material pesado prensándolo y depositándolo en su área (chatarra ferrosa, y no ferrosa, electrónica) y permitirá que continúen el resto de los residuos por toda la cinta de clasificación. El papel, cartón, y el plástico son trasladados cada uno hasta las prensas de balas HSM-100 por separados, las cuales se clausuran y se presiona el botón de prensado hasta que alcance la presión de 250 BAR, regresando hacia arriba nuevamente y repitiendo el proceso hasta que las pacas cojan la altura necesaria y saldrán en pacas de 500 kg. Los envases de cristales recuperables, y los cristales no recuperables que son las marcas de calidad no se venden, sino se trituran y se obtiene desechos de vidrios para su comercialización, en este proceso estarán los trabajadores a ambos lados de la mesa seleccionando en forma manual los residuos recuperables de acuerdo a sus propiedades, que serán vertidos en contenedores destinados para tal actividad.

Una vez pesados los camiones especializados, los residuos serán ingresados a la tolva de recepción, la misma estará conectada con una cinta de elevación CB-6070, donde estará el desgarrador DP-5 para abrir las pacas, produciendo el derrame del material sobre la cinta horizontal de clasificación CP 100-80 de 15 metros de largo aproximadamente, ubicada a 3 metros de altura, acondicionada por un separador magnético de metales Foucault, el que extraerá el material pesado prensándolo y depositándolo en su área (chatarra ferrosa, y no ferrosa, electrónica) y permitirá que continúen el resto de los residuos por toda la cinta de clasificación. El papel, cartón, y el plástico son trasladados cada uno hasta las prensas de balas HSM-100 por separados, las cuales se clausuran y se presiona el botón de prensado hasta que alcance la presión de 250 BAR, regresando hacia arriba nuevamente y repitiendo el proceso hasta que las pacas cojan la altura necesaria y saldrán en pacas de 500 kg. Los envases de cristales recuperables, y los cristales no recuperables que son las marcas de calidad no se venden, sino se trituran y se obtiene desechos de vidrios para su comercialización, en este proceso estarán los trabajadores a ambos lados de la mesa seleccionando en forma manual los residuos recuperables de acuerdo a sus propiedades, que serán vertidos en contenedores destinados para tal actividad

Se colocarán por tipo en contenedores identificados para la pre-clasificación de este material y estarán separados en un orden de cinco colores distintos identificados para su posterior procesamiento véase figura 7.



**Figura 7**. Contenedores para la pre-clasificación de los residuos

1. El **contenedor de color azul** será usado para depositar los cartones de cajas, así como los periódicos, revistas, papeles de envolver.
2. El **contenedor de color amarillo**, los envases de plástico (botellas de detergentes, bebidas, latas de refrescos, conservas y envases tipo cartones de leche, zumo, caldo.
3. El **contenedor de color verde**, se deben depositar los envases de vidrio (botellas, frascos, y tarros de vidrio.
4. El **contenedor de color rojo**, el cual no cumple con ninguno de los lineamientos establecidos internacionalmente, se colocan todos los desechos que tienen un potencial de reciclado muy bajo o que son muy difíciles de reciclar, aceites, material de la clínica internacional.
5. El **contenedor de color blanco**, es donde se va a depositar todos los desechos orgánicos.

Luego de la distribución del material serán suministrados a las entidades consumidoras nacionales e internacionales con las características y la calidad requerida creadas para este fin de recuperar, reciclar y aprovechar al máximo los recursos.

No obstante, el material no recuperable, ni reciclable en pequeñas cantidades (8 t/día) seguirá por toda la cinta de clasificación hasta el final donde se propone aplicarle de acuerdo a sus características, un tratamiento de trituración en fracciones de menor tamaño (nylon, pañales, culeros desechables, basura, cigarrillos, papel sanitario, etc.) y el destino será el vertedero con relleno sanitario, y al material procedente de la clínica internacional (jeringuillas, agujas, etc.) serán dispuestos en el vertedero en trincheras aisladas y específicas para esa actividad, se le aplicará de igual forma relleno sanitario que consiste en colocar los desechos en capas finas, compactarlos hasta llegar al volumen más reducido posible y cubrirlos con tierra al final de cada jornada para proteger el medio ambiente.

**Beneficios económicos de la disminución de compra de productos contaminantes como estrategia de circularidad**

Se debe añadir un nuevo concepto al modelo clásico de sostenibilidad: rechazar. Hay que rechazar la compra de productos con envases contaminantes o de productos de plástico de un solo uso (Johnson, 2016) entre los que se encuentran las toallitas, los absorbentes de bebida y las cápsulas de café, con el objetivo principal de reducir la contaminación y los residuos plásticos que acaban en el mar, que representan el 51% de residuos que llegan a las playas (Seas y Risk, 2017).

El destino turístico ha trazado estrategias en ese sentido, logrando una disminución en el consumo de envases de plástico 1 740 kg/año a partir de las exigencias de los contratos de compra, disminución de 1 532 l/año de productos químicos líquidos y 2 065 kg/año de sólidos, obteniendo como resultado un ahorro de $ 351 309.

**4. Conclusiones**

1. La Economía Circular nace de la necesidad real actual de abandonar un modelo económico lineal que ha seguido una sociedad que ha agotado los recursos necesarios para satisfacer las necesidades futuras de un planeta cada vez más débil: la tierra.
2. Tras realizar un estudio sobre la Economía Circular y todas sus implicaciones, queda demostrado que aún queda un largo camino por recorrer, teniendo en cuenta que son pocas las leyes nacionales e internacionales propuestas que respaldan este modelo por lo que no llega a impulsarse en la sociedad. Requiere del esfuerzo de todas las partes implicadas con el objetivo de alcanzar un ecodiseño que permita mantener la eficiencia de los materiales durante su ciclo de vida y unos consumidores concienciados y selectivos que garanticen el éxito del modelo circular.
3. El turismo es un sector delicado medioambientalmente porque a la vez que explota los recursos para su desarrollo económico, está comprometiendo su crecimiento futuro. Por esto, es muy importante que el destino turístico Cayos de Villa Clara continúe buscando nuevas prácticas turísticas que contribuyan a su sostenibilidad
4. Las iniciativas de circularidad puestas en marcha en el destino turístico Cayos de Villa Clara relacionada con el reciclaje de desechos y el tratamiento de aguas residuales constituye una propuesta viable y sostenible, pero aún falta mucho por hacer para contribuir a la sostenibilidad del destino turístico.

**5. Referencias bibliográficas**

1. Navarro-Madrigal (2015). Propuesta de alternativas de producción más limpia en el Hotel Playa Cayo Santa María. Trabajo de diploma de la especialidad de Ingnieria Industrial tutoreado por Acosta-Pérez y Marrero-Delgado. Universidad Central “marta Abreu” de Las Villas Clara. Cuba.
2. Arellano, D. M. (2002). Prácticas de Producción Más Limpia. Módulo de Formación Ambiental Básica, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Ciudad de la Habana. Cuba.
3. Ayres, R. U. and A. V. Kneese, “Production, consumption, and externalities,” Am. Econ. Rev., pp. 282–296, 1969.
4. Ayres, R. U. 1989. “Industrial metabolism and global change,” Intituto de ciencias sociales, vol. 41, no. 3, pp. 363–373.
5. Benyus, J. M., Biomimicry: Innovation Inspired by Nature. New York, 2002.
6. Boulding, B. K. E. (1966). “The Economics of the Coming Spaceship Earth,” Environ. Qual. Issues a Grow. Econ., pp. 1–8.
7. Carson, R., (1962). Silent spring. Boston: Houghton Mifflin.
8. Espinosa-Martínez, J. U. (2011). Propuesta de un Procedimiento de Producciones Más Limpias en la Unidad Básica de Construcción y Montaje Especializado Villa Clara. Universidad Central “Marta Abreu “de Las Villas. Cuba.
9. EU Commission, “Towards a Circular Economy: A Zero Waste Programme for Europe,” Brussels, 2014.
10. Geng, Y. et al. (2007). “Empirical analysis of eco-industrial development in China,” Sustain. Dev., vol. 15, no. 2, pp. 121–133.
11. Hansen, D. et al., (2001). “‘Weddings, parties, anything...’ a qualitative analysis of ecstasy use in Perth, Western Australia,” Int. J. Drug Policy, vol. 12, no. 2, pp. 181–199.
12. Henández, M. (2003). Desafíos y oportunidades de la gestión ambiental en el ámbito empresarial. Departamento de Economía, Universidad de Pinar del Río. Cuba.
13. Huesemann, M. H., (2004). “The failure of eco-efficiency to guarantee sustainability: Future challenges for industrial ecology,” Environ. Prog., vol. 23, no. 4, pp. 264–270.
14. ISO 14001 (2004). Sistema de gestión ambiental - Requisitos con orientacion para su uso.
15. ISO (2018). Norma Cubana Gestión del riesgo - principios y directrices ISO 31000: 2018.
16. Lewandowski, M., (2016). “Designing the Business Models for Circular Economy — Towards the Conceptual Framework, Sustain” vol. 8, no. 1, pp. 1–28.
17. Linder, M. y Williander, M. (2015). “Circular Business Model Innovation: Inherent Uncertainties,” Bus. Strateg. Environ. p. n/a--n/a.
18. Lozano, R., (2008). “Envisioning sustainability three-dimensionally,” J. Clean. Prod., vol. 16, no. 17, pp. 1838–1846.
19. Marcial, E. B. (2016). Procedimiento para gestionar el destino turístico Cayos de Villa Clara bajo el enfoque de Producciones más Limpias, encaminado a mejorar su sostenibilidad. Ingeniería Industrial. Trabajo de diploma tutorado por Acosta-Pérez y Marrero-Delgado. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Cuba.
20. Mathews, J. A., (2011). “Naturalizing capitalism: The next Great Transformation,” Futures, vol. 43, no. 8, SI, pp. 868–879, Oct.
21. McDonough, W. and Braungart M. (2002). Cradle to cradle: remaking the way we make things. New York: North Point Press.
22. Mebratu, D., (1998). “Sustainability and sustainable development,” Environ. Impact Assess. Rev., vol. 18, no. 6, pp. 493–520,
23. Meredith, J., (1993). “Theory Building through Conceptual Methods,” Int. J. Oper. Prod Manag., vol. 13, no. 5, pp. 3–11, May.
24. ONU (2015). Convención Marco sobre el Cambio Climático. Paris.
25. Ormazabal, M. et al., (2016). “An Overview of the Circular Economy Among Smes In the Basque Country: A Multiple Case Study,” J. Ind. Eng. Manag., vol. 9, no. 5, pp. 1047–1058,
26. Park, J. et al., (2010). “Creating integrated business and environmental value within the context of China’s circular economy and ecological modernization,” J. Clean. Prod., vol. 18, no. 15, pp. 1492–1499, Oct.
27. Pearce, D. W. and R. K. Turner (1990). Economics of natural resources and the environment. Brighton: Harvester Wheats.
28. Prieto-Sandoval, V. et al., (2016). “Circular Economy: An economic and industrial model to achieve the sustainability of society,” in Proceedings of the 22nd Annual International Sustainable Development Research Society Conference. Rethinking Sustainability Models and Practices: Challenges for the New and Old World Contexts, vol. 2, no. July, R. F. . Joanaz de Melo, João ; Disterheft, Antje; Caeiro, Sandra; Santos and T. B. Ramos, Eds. Lisbon: ISDRS, , pp. 504–520.
29. Ricci, M. y Gunter, M. (1990). “Strategies for increasing the rigor of qualitative methods in evaluation of health care programs,” Eval. Rev., vol. 14, no. 1, pp. 57–74.
30. Rizos, V. et al., (2016). “Implementation of circular economy business models by small and medium-sized enterprises (SMEs): Barriers and enablers,” Sustain., vol. 8, no. 11.
31. Stahel, W. R., (2016). “Circular Economy,” Nature, pp. 6–9.
32. Tranfield, D. et al., “Towards a methodology for developing evidence‐informed management knowledge by means of systematic review,” Br. J. Manag., vol. 14, no. 3, pp. 207–222, 2003.
33. Valkokari, K. and Antikainen M., (2016). “A Framework for Sustainable Circular Business Model Innovation,” Technol. Innov. Manag. Rev., vol. 5, no. 7, pp. 1–65.
34. Wandemberg, J. C. (2015). Sostenible por Diseño: Desarrollo Economico, Social y Ambiental.
35. WCED, (1987). “Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future Acronyms and Note on Terminology Chairman’s Foreword,” Oxford ; New York : Oxford University Press, 1987, Brundtland,.
36. Winston, A., (2016). “9 Sustainable Business Trends That Shaped 2016,” Harv. Bus. Rev., pp. 2–8.
37. Yuan, Z. et al., (2008). “Where Will China Go? A Viewpoint Based on an Analysis of the Challenges of Resource Supply and Pollution,” Environ. Prog., vol. 27, no. 4, pp. 503–514.