



**II Convención Científica Internacional 2019  
CIENCIA Y TRANSFORMACIÓN SOCIAL PARA EL  
DESARROLLO SOSTENIBLE  
Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas**



## **CONFERENCIA INTERNACIONAL PRODUCCIÓN Y USO SOSTENIBLE DEL CEMENTO Y HORMIGÓN**

### **EL MERCADO DE LOS RCD EN LA PROVINCIA DE VILLA CLARA**

### **THE MARKET OF THE CDW IN VILLA CLARA PROVINCE**

**MSc. Macyuri Alvarez Luna<sup>1</sup>, Dra. C. Grisel Barrios Castillo<sup>2</sup>, Dra. C. Lesday  
Martínez Fernández<sup>3</sup>, Dr. C. Jorge Luis García Jacomino<sup>4</sup>**

1. Macyuri Alvarez Luna. UCLV.FCE.Cuba. [macyuri@uclv.edu.cu](mailto:macyuri@uclv.edu.cu).
2. Grisel Barrios Castillo. UCLV.FCE. Cuba. [gbarrios@uclv.edu.cu](mailto:gbarrios@uclv.edu.cu)
3. Lesday Martínez Fernández. UCLV.FC.Cuba. [lesday@uclv.edu.cu](mailto:lesday@uclv.edu.cu)
4. Jorge Luis García Jacomino. UCLV.FIMI.Cuba. [jacomino@uclv.edu.cu](mailto:jacomino@uclv.edu.cu)



**II Convención Científica Internacional 2019  
CIENCIA Y TRANSFORMACIÓN SOCIAL PARA EL  
DESARROLLO SOSTENIBLE  
Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas**



**Resumen:**

El trabajo tiene como fin estimar la generación potencial de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) en Villa Clara, considerando a estos residuos como recursos productivos para la producción de árido reciclado. Se asume entonces la existencia de un mercado de RCD donde los actores generadores se convierten en oferentes y las instalaciones capaces de transformar los mismos en demandantes. De ahí la importancia de abordar aspectos conceptuales vinculados con los RCD como su clasificación y la gestión integral. Se analizan las mejores prácticas internacionales en cuanto a gestión de los RCD, además de las experiencias nacionales. Cuba posee experiencias no sistematizadas en este tipo de producciones, pues no se ha logrado realizar una buena planificación que permita alcanzar un alto nivel de organización, no se conoce el mercado de estos residuos, debido a que no existen leyes orientadas a este producto alternativo, y como consecuencia no se logra la correcta ejecución y control del mismo. De ahí que sea vital la protección del ecosistema de manera que permita aprovechar el RCD, dada su importancia económica, ambiental y social para el desarrollo sostenible. Como resultado del diagnóstico realizado en la provincia de Villa Clara se conoce la existencia del mercado de este tipo de residuos mediante la propuesta de dos pasos fundamentales la estimación de la generación de RCD en el territorio y la determinación de la demanda para las condiciones actuales.

**Palabras Claves: Residuos de Construcción y Demolición, gestión integral, experiencias y mercado.**

***Abstract:***

The purpose of the work is to estimate the potential generation of Construction and Demolition Waste (RCD) in Villa Clara, considering this waste as productive resources for the production of recycled aggregate. It is assumed then the existence of an RCD market where the generating actors become suppliers and the facilities capable of transforming them into plaintiffs. Hence the importance of addressing conceptual aspects related to the RCD as their classification and comprehensive management. The best international practices are analyzed in terms of RCD management, in addition to national experiences. Cuba has unsystematic experiences in this type of production, because it has not been possible to carry out a good planning that allows reaching a high



**II Convención Científica Internacional 2019  
CIENCIA Y TRANSFORMACIÓN SOCIAL PARA EL  
DESARROLLO SOSTENIBLE  
Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas**



level of organization, the market for these wastes is not known, because there are no laws oriented to this alternative product, and as a consequence the correct execution and control of it is not achieved. That is why the protection of the ecosystem is of vital importance in order to respect the right of future generations to have the resources that we use today in an excessive way and to propose alternative solutions generating a material with similar properties (recycled aggregate) that allows us to take advantage of the RCD, given its economic, environmental and social importance for sustainable development. As a result of the diagnosis made in the province of Villa Clara, the estimation of the generation of RCD in the territory and the determination of the demand for the current conditions are proposed in two fundamental steps.

**Keywords:** Waste of Construction and Demolition, integral management, experiences and market

## **1. Introducción**

La modernización de áreas urbanas trae consigo que se desarrollan acciones de rehabilitación, reparación y demolición sumado al impacto de los fenómenos de la naturaleza, como los huracanes, terremotos y otros. Esto genera un tipo específico de residuo sólido, definido en la literatura especializada como Residuos de la Construcción y Demolición (RCD) (Lorena et al., 2012) y (Peña, 2012).

La gestión de estos residuos se ha ido convirtiendo, cada vez más, en uno de los principales retos a los que se debe enfrentar la sociedad actual. Dada su generación creciente se buscan nuevos enfoques hacia sistemas más eficientes para toda la cadena de gestión, comenzando por la recogida selectiva, siguiendo por los distintos tipos de tratamiento y terminando con la salida de los productos recuperados de dichos residuos. La necesidad de reciclaje de los residuos de construcción y demolición no solamente concierne a las comunidades más industrializadas, sino también a una demanda global con diferentes prioridades. Las experiencias en el uso de RCD de países con mayor desarrollo tales como Holanda, Dinamarca y Bélgica, han estado orientadas al establecimiento de normativas, implementación de múltiples alternativas de comunicación para sensibilizar a la población, instituciones, etc.



**II Convención Científica Internacional 2019  
CIENCIA Y TRANSFORMACIÓN SOCIAL PARA EL  
DESARROLLO SOSTENIBLE  
Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas**



Los países latinoamericanos a pesar de no tener toda la infraestructura necesaria experimentan también en estos campos, una búsqueda en torno de atenuar la situación del agotamiento de los recursos naturales debido a las afectaciones que provoca sobre el ecosistema.

Cuba no está ajena a la situación anterior reportando un incremento del volumen de desechos sólidos recolectados por provincias de un 97 % en el 2017 con respecto al 2012, según (ONEI, 2018). Dentro de estos residuos los RCD no son aprovechados como materia prima para la obtención del árido reciclado, pues se reporta una cifra superior (1,24 %) de desechos vertidos que recolectados, lo que provoca un impacto negativo para el medio ambiente y la sociedad. Se adiciona a esta situación, la creciente demanda de áridos tradicionales como consecuencia de un sostenido proceso inversionista y de mantenimiento constructivo, originando ritmos de extracción insostenibles. A pesar de esta situación, existe la política expresada en los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución aprobados en el 7<sup>mo</sup> Congreso del PCC, en específico el 191 que establece "... la necesidad de promover el reciclaje y aumentar el valor agregado de los productos recuperados..." (PCC, 2016).

Es evidente que el reciclaje de los RCD constituye una opción poco empleada en la sustitución del árido tradicional que se acrecienta por las limitaciones económicas propias de los países del Tercer Mundo y de modo muy especial el nuestro, por ser un país bloqueado. Las causas fundamentales de esta situación vienen dadas no solo por la tecnología obsoleta que provoca la generación de residuos, sino también por la ausencia de sinergia entre las organizaciones, actores, procesos, actividades involucradas en el tratamiento de los RCD. Además, se manifiesta falta de cultura y educación en esta temática. La falta de sistematización en la gestión de estos residuos se presenta en la carencia de un enfoque sistémico en la planificación, organización, ejecución y control en el manejo de los RCD para su utilización como materia prima sustitutiva y complementaria, principalmente, a escala local.

Por tanto, esta investigación se plantea como **objetivo general**:

Estimar la generación potencial de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) en Villa Clara.

### **1.1. Definiciones de los RCD**



**II Convención Científica Internacional 2019  
CIENCIA Y TRANSFORMACIÓN SOCIAL PARA EL  
DESARROLLO SOSTENIBLE  
Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas**



Es en la segunda mitad del siglo XX donde se conceptualizan los residuos de construcción y demolición. Para (Zhao, Leefink, & Rotter, 2009) los RCD son residuos resultantes de la construcción, renovación y demolición de estructuras incluidas edificaciones de todo tipo (residencial y no residencial), proyectos de repavimentación de caminos, reparación de puentes y limpieza asociada con desastres naturales y humanos. A su vez (Wang, Yuang, Kang, & Lu, 2010) consideran que son residuos que surgen de las actividades de construcción, remodelación y demolición.

Estos se generan durante la construcción, renovación (ampliación o reparación) y demolición de obras de edificios residenciales o no residenciales (industriales, comerciales e institucionales), obras viales (puentes, calles, avenidas), obras hidráulicas (canales de riego, diques) así como cualquier otra obra de ingeniería civil. Incluyen además los generados en instalaciones auxiliares que den servicio exclusivo a la obra, tales como plantas de hormigón elaborado, plantas de concreto asfáltico y depósito de materiales de construcción, en la medida en que el montaje y desmontaje de dichas instalaciones tenga lugar al inicio, durante o al final de la ejecución de la obra (I. T. Mercante, Bovea, & Llamas, 2011).

(Glinka, 2006 - 2007; M.F. & M.), (González & Rodríguez, 2014), (Alonso, 2014) y (Pérez, 2016) coinciden en que los RCD son aquellos que se generan en el entorno urbano y no se encuentran dentro de los comúnmente conocidos como Residuos Sólidos Urbanos (RSU), ya que su composición es cuantitativa y cualitativamente distinta. Se trata de residuos, básicamente inertes, constituidos por tierras, áridos mezclados, piedras, restos de hormigón, restos de pavimentos asfálticos, materiales refractarios, ladrillos, vidrios, plásticos, yesos, metales, maderas y, en general, todos los residuos que se producen por el movimiento de tierras, construcción de edificaciones nuevas y obras de infraestructura, así como los generados por la demolición o reparación o rehabilitación de edificaciones antiguas y desastres naturales.

A pesar de la diversidad de criterios encontrados en la literatura especializada, se considera acertada la definición propuesta por (Botamino, 2016) de que son los residuos procedentes de los trabajos de construcción, reforma y demolición de estructuras y edificaciones, así como los desastres naturales y que su composición varía notablemente en función del tipo de obra de procedencia. Sin embargo, no se coincide con los autores que plantean que los RCD no se encuentran dentro de los RSU.



**II Convención Científica Internacional 2019  
CIENCIA Y TRANSFORMACIÓN SOCIAL PARA EL  
DESARROLLO SOSTENIBLE  
Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas**



Los RCD, son clasificados de varias maneras como se muestra en la bibliografía consultada:

Fatta et al. (2003) los clasifica en materiales de excavación, materiales de mantenimiento y planificación de carreteras, materiales de demolición, y materiales de residuos de trabajos en sitio. Asimismo, Y, Lu et al. (2006) y Jaillon et al. (2008) los clasifican en inertes y no inertes.

En Cuba (CITMA, 2008), clasifica a los residuos atendiendo a su origen por sectores. La clasificación por sectores es en Primario: Agrícolas, ganaderos y forestales, en el Secundario en Industriales (incluye a los RCD) y Radioactivos y en el terciario los RSU también incluyen a los RCD, pero de los núcleos domiciliarios (domicilios particulares, comercios, oficinas y servicios) y los sanitarios.

En este trabajo por la importancia que reviste la generación de RCD por el sector terciario se asume la clasificación propuesta por el CITMA, que incluye ambos sectores.

## **1.2. RCD y desarrollo sostenible**

Desde 1987 la Organización de Naciones Unidas (ONU) inicia un movimiento para tratar el problema ambiental emitiendo de esta manera el Informe Brundtland. En él que se define el Desarrollo Sostenible como satisfacer las necesidades presentes, sin impedir la satisfacción de las futuras generaciones.

Luego en la Cumbre de la Tierra, realizada en Río de Janeiro, Brasil en el año 1992, se impulsaba el paradigma del desarrollo sostenible a través de tres tipos de sostenibilidad: ambiental, económica y social. Pues este suponía que se debía satisfacer las necesidades del hombre, integrando las preocupaciones ambientales que utilicen modelos de producción y consumo con el fin de atenuar el uso de los recursos naturales.

En cuatro áreas principales de Programas de la Agenda 21<sup>1</sup>, se enuncia lo relacionado con:

- La reducción al mínimo de los residuos.
- El aumento al máximo de la reutilización y el reciclado ecológicamente racional de los residuos.
- La promoción por la eliminación y la disposición ecológicamente racional de los residuos.

---

<sup>1</sup> Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (UNCED), que tuvo lugar en Río de Janeiro, Brasil entre el 3 y el 14 de junio de 1992



**II Convención Científica Internacional 2019  
CIENCIA Y TRANSFORMACIÓN SOCIAL PARA EL  
DESARROLLO SOSTENIBLE  
Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas**



- La ampliación del alcance de los servicios que se ocupan de la gerencia de los residuos.

Por lo que, en el actual contexto de desarrollo sostenible, como objetivo fundamental de cualquier estrategia de manejo de residuos, se basa en la maximización del aprovechamiento de los recursos y la prevención o reducción de los impactos adversos al ambiente, que pudieran derivar de dicho manejo. Está claro que es difícil minimizar costos e impactos ambientales simultáneamente. Por lo tanto, siempre habrá que hacer juicios de valor para reducir los impactos ambientales globales del sistema de manejo de residuos, tanto como sea posible.

Este equilibrio no sólo se logra con la recolección organizada de éstos, sino con programas que se basen además en su reutilización y/o reciclaje para la obtención de áridos ecológicos que reemplacen los agregados naturales no renovables.

De ahí que un sistema de manejo de residuos económico, social y ambientalmente sustentable, debe ser integral, orientado al mercado, flexible y capaz de manejar todos los tipos de residuos, en este caso de los RCD.

### **1.3. Gestión Integral de los RCD**

En autores como (Mérida, 1991) se plantea que la gestión integral busca la conservación de los recursos naturales renovables y no renovables, la disminución de la contaminación del ambiente, evitar la degradación de los ecosistemas, economizar energía, abaratar los costos generados por la prestación de los demás servicios involucrados en los elementos funcionales del sistema, generar nuevas fuentes de empleos mejorando la calidad de vida y traer beneficios en el desarrollo político, social, ambiental, económico y tecnológico, mientras que (Pojasek, 2006) comenta que un sistema integrado de gestión es el que combina sistemas de gestión usando un enfoque orientado al empleado, una visión basada en los procesos y un enfoque de sistemas, que hacen posible poner todas las prácticas de gestión normalizadas que correspondan en un solo sistema.

Un sistema de gestión integral debe funcionar como un único sistema, un solo equipo que va hacia el mismo objetivo organizacional, un mismo propósito (Fraguela, Carral, Troya, & Villa, 2012)



**II Convención Científica Internacional 2019  
CIENCIA Y TRANSFORMACIÓN SOCIAL PARA EL  
DESARROLLO SOSTENIBLE  
Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas**



El Manejo Integral de los residuos sólidos es la disciplina asociada al control de la generación, separación, almacenamiento, aprovechamiento, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos de tal forma que armoniza con los principios económicos, sociales y ambientales (Navarro, 2007).

Según (I. Mercante, Dolores Bovea, & Llamas, 2011) se define la gestión de RCD al conjunto de acciones y actividades de control que dan al residuo el destino más adecuado para proteger la salud humana y el ambiente en general. Un aspecto a tener en cuenta en la planificación de la gestión interna es el tamaño e importancia de la obra civil de que se trate, mientras que (Rubio, 2011) considera que del manejo integral y sustentable de los residuos se derivan beneficios ambientales, optimización económica y aceptación social en un sistema de manejo práctico para cualquier región.

La gestión integral de residuos de construcción y demolición desde el punto de vista (Ambiente, 2014), puede ser entendida como el conjunto de actividades dirigidas a dar a los residuos el destino más adecuado de acuerdo con sus características. Incluye actividades de recolección, transporte, almacenamiento, tratamiento, aprovechamiento, transformación, disposición final o cualquier otra operación requerida, con el fin de prevenir daños o riesgos para la salud humana o el ambiente.

La gestión integral puede definirse de diversas maneras, ya sea como sistema de gestión integral, como manejo integral o gestión integral. Se asume el último enfoque teniendo en cuenta las limitaciones de los autores anteriores.

Con el crecimiento del desarrollo urbanístico se ha ido elevando el volumen de generación de los RCD que, sumado a la ausencia de una gestión integral, ha provocado el aumento de estudios de estos residuos para su reutilización y reciclaje. El producto que se obtiene del procesamiento de los RCD denominado "árido reciclado", constituye un producto sustitutivo y complementario en función de su aplicación, así como una oportunidad ante el crecimiento de la demanda y la escasez del árido natural.

## **2. Metodología**

En el proceso investigativo se emplearon diversos métodos: Como método universal: dialéctico-materialista, del nivel teórico: el histórico-lógico, análisis-síntesis, la inducción-deducción, del nivel empírico: la revisión de documentos, la observación



**II Convención Científica Internacional 2019  
CIENCIA Y TRANSFORMACIÓN SOCIAL PARA EL  
DESARROLLO SOSTENIBLE  
Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas**



participativa, entrevistas, revisión de documentos de las empresas, análisis socioeconómico de fuentes históricas (ONEI).

### **3. Resultados y discusión**

#### *Diagnóstico de la provincia de VC*

##### **3.1. RCD en la provincia de Villa Clara**

En Cuba la gestión de los RCD se limita a su recogida y traslado a los vertederos, por lo que no constituye una práctica sistemática el proceso asociado al reciclaje de los RCD. Entre las causas fundamentales de esta situación se identifican:

1. Las normas que forman parte del marco jurídico están centradas esencialmente en los RSU y no en la regulación del uso de los RCD y del nuevo producto obtenido a partir del procesamiento de los mismos: árido reciclado.
2. La tecnología con la que cuenta la industria es obsoleta.
3. Se constata la falta de cultura y educación sobre el reciclaje en la población.
4. En este momento solo existe una planta de reciclaje de RCD.
5. Se evidencia la ausencia de sinergia entre las organizaciones, actores, procesos y actividades.
6. No se realiza seguimiento del proceso de reciclaje.
7. Se confirma la carencia de enfoque sistémico de gestión.

Las limitaciones detectadas en la gestión de los RCD a nivel de país justifican la necesidad de realizar un diagnóstico en la provincia de Villa Clara que permita conocer cómo se comporta la misma en este territorio.

#### **Desarrollo del proceso inversionista y construcción de viviendas**

La provincia refleja un amplio proceso inversionista lo que muestra en el indicador con mayor representatividad que es construcción y montaje, pues constituye uno de los componentes básicos de la inversión, que agrupa dos actividades (construcción civil, montaje de equipos). Los volúmenes, y su máximo valor en el año 2017 con 405,2 MP.

El volumen de inversión no es suficiente para hacer frente a las problemáticas existentes en el sector de la construcción, a pesar de existir un incremento considerable en los últimos años. Se evidencia el incumplimiento en la ejecución de las inversiones programadas, por concepto de disponibilidad de materiales.



**II Convención Científica Internacional 2019  
CIENCIA Y TRANSFORMACIÓN SOCIAL PARA EL  
DESARROLLO SOSTENIBLE  
Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas**



La situación de la vivienda en Villa Clara se refleja a través de la información que maneja la Dirección Provincial de la Vivienda (DPV) con cierre diciembre del 2017, por medio de la cual se conoce que el número de viviendas de la provincia es de 293723. El fondo habitacional de la misma se encuentra deteriorado y cada día esta realidad se acentúa más. Según la Dra. Arq. Gina Rey Rodríguez especialista en urbanismo, un fondo habitacional que presenta más del 30 % en estado regular y malo se puede considerar como crítico; por lo que se demanda una actuación más eficaz para revertir tal situación, estando hermanado también con un aumento de la disponibilidad de materiales de construcción (Luna, Hernández, & Castillo, 2017)

Por ello la provincia de Villa Clara tiene entre sus retos mejorar el fondo habitacional, debido a que el mismo se evalúa de forma crítica donde el 42 % se encuentra en estado regular y malo; evidenciando el deterioro del fondo habitacional, debido a las afectaciones de la calidad ambiental en áreas residenciales fundamentalmente de la periferia y sitios de valor patrimonial.

### **Demanda de áridos en Villa Clara**

El programa inversionista, el programa de la vivienda y la ocurrencia de fenómenos naturales, son algunas de las causas por lo cual existe una alta demanda de áridos en la provincia. Ante esta situación se evidencia que existe un aumento progresivo de la extracción de piedras en las canteras para los diferentes fines, lo que permite satisfacer en gran medida la demanda industrial de estos materiales. La extracción de piedras en las canteras ha presentado un aumento significativo. La Tabla 1 muestra las piedras extraídas en canteras para trituración.

**Tabla 1. Piedras extraídas en canteras**

Concepto	UM	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Total
Piedra para trituración	Mm <sup>3</sup>	473,2	493,3	526,6	613,4	535,0	411,6	398,6	3451,7

**Fuente: Anuario Estadístico de Villa Clara 2017 (ONEI, 2018)**

Se observa que la cantidad de piedras extraídas llega a alcanzar un total de 3451,7 Mm<sup>3</sup> en solo un período de siete años; se incrementa gradualmente de un año para otro, aunque a partir del año 2015 muestra una disminución, debido a la situación de las canteras.

Según datos brindados por la Empresa de Meteriales de la Construcción (EMC) se aprecia que existe una producción de arena natural de 15000 m<sup>3</sup> al año y la demanda de



**II Convención Científica Internacional 2019  
CIENCIA Y TRANSFORMACIÓN SOCIAL PARA EL  
DESARROLLO SOSTENIBLE  
Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas**



este producto es de 16310 m<sup>3</sup> al año, o sea la demanda es mayor que la capacidad productiva ya que este producto es muy utilizado para repellos de paredes y acabados, del mismo modo pasa con la piedra para granito, los bloques de hormigón y las baldosas.

### **Situación actual de las canteras**

En la provincia de Villa Clara, existen tres canteras en explotación, Armando Mestre (El Purio) en Encrucijada, Raúl Cepero Bonilla (Palenque) en Camajuaní y Sergio Soto (El Hoyo) en Manicaragua, que hacen frente a las altas demandas de áridos. La de mayor capacidad de producción es el molino de piedra de "El Purio", que tiene 28 años de fundado y a sus recursos le quedan 13 años de vida útil, del total otorgado en concesión por el estado. En el caso de "Palenque" le quedan 23 años y el "Hoyo de Manicaragua" arribó al final de su vida útil, aunque está en proyección la solicitud de dos nuevas áreas, una en investigación y la otra para una ampliación de explotación. Estas canteras (Ver Anexo 10) constituyen la producción industrial de la provincia, y aunque se están agotando sus recursos, no se realiza un aprovechamiento adecuado de la capacidad productiva (Ver Anexo 11), por la obsolescencia tecnológica de su equipamiento, por lo que no satisfacen las demandas establecidas.

### **Alternativa áridos reciclados**

El proceso inversionista unido a la situación de las canteras, no logra satisfacer la alta demanda de áridos para la construcción de viviendas, por lo que es crucial llevar a cabo alternativas para atenuar la situación de los recursos naturales no renovables de la provincia que se están agotando. De ahí que el gobierno se proyecte en la adquisición de equipamiento para el aprovechamiento de los RCD y para la producción de nuevos materiales a través de proyectos internacionales como el Hábitat.

El Proyecto Hábitat II contribuye a la realización de diagnósticos en los municipios, en función de potenciar las nuevas formas de gestión en el sector de la construcción. Mediante este proyecto se han realizado disímiles estudios relacionados con el tema en búsqueda de soluciones sostenibles, se destacan los resultados obtenidos en el CIDEM<sup>2</sup>, en el proyecto de investigación "Reciclado de desechos de la construcción (escombros) para la producción de áridos" con el fin de producir un material alternativo: árido

---

<sup>2</sup> Centro de Investigación y Desarrollo de Estructuras y Materiales



reciclado. Los municipios participantes de la provincia son Manicaragua, Remedios, Sagua la Grande, Placetas y Quemado de Güines.

A pesar de los diferentes esfuerzos realizados por el gobierno en colaboración con otros países y los múltiples estudios efectuados por las instituciones de la educación superior, no se logra alcanzar un alto grado de planificación y organización en la gestión de los RCD.

### **Existencia de RCD generados en Villa Clara para la obtención de árido reciclado**

La provincia posee altas cifras de RCD, la cuales se obtienen mediante la estimación de las cantidades de estos residuos generados por las principales entidades del sector de la construcción y los núcleos domiciliarios. Se destacan dentro de las entidades del sector :la Unidad Empresarial Base (UEB) Combinado Hormigón "Eladio Rodríguez Méndez" de Santa Clara; la Unidad Empresarial Base (UEB) Planta de Prefabricado IMS, Unidad Empresarial Base (UEB) Planta de Prefabricado Luis Ramírez López, Unidad Empresarial Base (UEB) Planta de Prefabricado Cuba 71, Planta Prefabricado Sandino Sagua, Planta Prefabricado Sandino Remedios, los talleres de producción local de los municipios de Manicaragua, Sagua la Grande y Remedios y dentro de los residuos generados por los núcleos domiciliarios los recogidos por la Empresa de Servicios Comunales. Ver Tabla 2.

**Tabla 2. RCD estimados en la provincia de Villa Clara en el 2017**

<b>Municipios</b>	<b>Cant. Generada estimada (m<sup>3</sup>/año)</b>
Santa Clara	76836
Manicaragua	1500
Sagua la Grande	898
Remedios	903
<b>Total</b>	<b>80 137</b>

**Fuente: Elaboración propia.**

Se observa que el municipio de Santa Clara es el que más residuos genera al año, con un total de 76836 m<sup>3</sup>/año.

### **3.2. Estimación de la generación de los RCD en la provincia de Villa Clara**



En este epígrafe se asume la existencia de un mercado de RCD donde los actores generadores se convierten en oferentes y las instalaciones capaces de transformar los mismos en demandantes. Para conocer el mercado de estos residuos se propone la realización de dos pasos uno a través de la estimación de la generación (oferta) y el otro para determinar la demanda de estos residuos.

### Estimación de la generación de RCD

Para estimar la cantidad de RCD generada se tiene en cuenta los tipos de residuos (hormigón, cerámico o mixto). Ver Figura 1. Y la generación por las empresas del sector (industria y/o talleres de producción local) y por los núcleos domiciliarios.

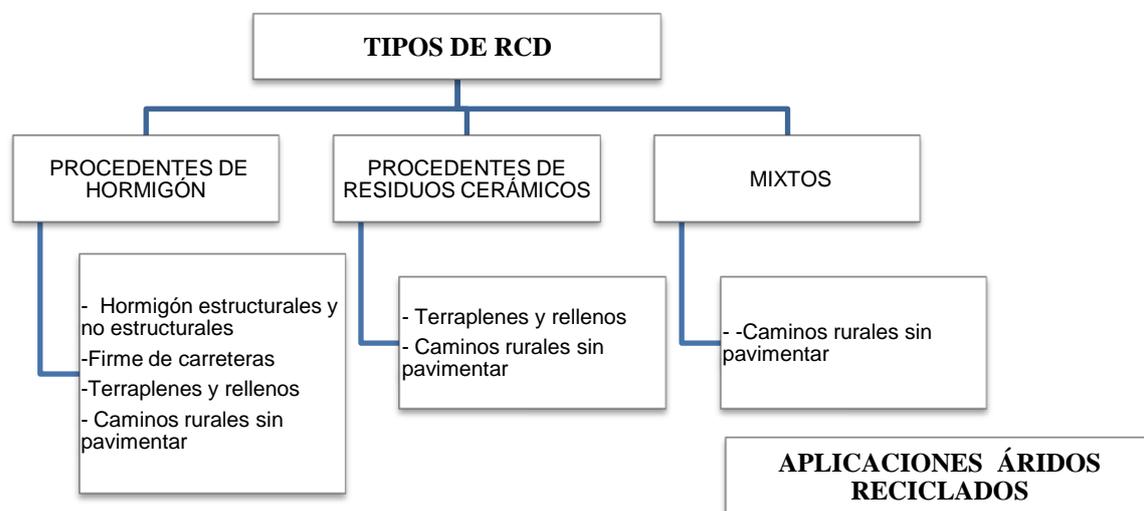


Figura 1. Aplicaciones de los áridos reciclados según tipo de residuo.  
Fuente: Elaboración propia.

En el caso de la generación de las empresas del sector, se propone utilizar el método de la estimación puntual propuesto por (Bedoya, 2011):

$$TRCD = Ru + RCo + RCa \quad (1)$$

$$Ru = MC + MCe \quad (2)$$

Donde:

TRCD = Total de Residuos de Construcción y Demolición, (m<sup>3</sup>)

Ru = Residuos reutilizables, (m<sup>3</sup>)

MC = Materiales compuestos por cemento, cal, arena y piedra, como: concretos, bloques de concreto, etc., (m<sup>3</sup>)

MCe = Materiales cerámicos: Son las tejas, tubos, ladrillos, baldosas, (m<sup>3</sup>)



**II Convención Científica Internacional 2019  
CIENCIA Y TRANSFORMACIÓN SOCIAL PARA EL  
DESARROLLO SOSTENIBLE  
Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas**



$$RC_o = RCD II \quad (3)$$

Donde:

$RC_o$  = Residuos Reciclables en Obra, ( $m^3$ )

RCD de Nivel II = residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición (D), de la reparación domiciliaria (RD) y de la implantación de servicios (IS) (abastecimiento y saneamiento, telecomunicaciones, suministro eléctrico, gasificación y otros) Su composición es muy heterogénea, incluye materiales como hormigón, ladrillos y otros, ( $m^3$ )

$$RC_a = RCD I \quad (4)$$

Donde:

$RC_a$  = Residuos Reciclables fuera de Obra, ( $m^3$ )

RCD de Nivel I - Tierras (T) y materiales pétreos (MP), resultado de la excavación y los movimientos de tierra llevados a cabo en el transcurso de las obras cuando están constituidos exclusivamente, por tierras y materiales pétreos exentos de contaminación, ( $m^3$ )

D = Disposición Final, debido a que no todos los residuos que se generan de un proceso constructivo son reutilizables o reciclables, aquellos que no puedan ser aprovechados, deberán ser dispuestos en sitios especializados, con el documento de control correspondiente, ( $m^3$ )

En el caso de la generación por los núcleos domiciliarios se recomienda seguir el orden siguiente:

1. Buscar datos históricos relacionados con la generación de los RCD.
2. Determinar valores promedios.
3. Estimar la cantidad de RCD mínima y máxima por entidad productora. Para ello se propone métodos de estimación por intervalos.
4. Determinar la cantidad total estimada de RCD para un período.



A partir de la ecuación propuesta por (MINSAP, 2016) en la que se relaciona el volumen de desechos sólidos que se genera en una ciudad por habitante en un día, se asume la relación entre el volumen de residuos de construcción y demolición recolectados diariamente por la Empresa de Comunales a los núcleos domiciliarios.

$$PGRCDH = VRCDRD / \text{Población que se presta servicio} \quad (5)$$

Donde:

PGRCDH = Promedio de generación de RCD diario por habitantes, ( $\text{m}^3/\text{hab}$ )

VRCDRD = Volumen de RD recolectados diariamente, ( $\text{m}^3$ )

### **Determinación de la demanda de áridos reciclados**

Para desarrollar este paso se sugiere lo siguiente:

- Identificar las entidades con potencialidades de utilización del árido reciclado.
- Determinar en cada entidad los productos que se pueden obtener a partir del empleo de árido reciclado obtenido de los RCD.
- Estimar la demanda a partir de la capacidad tecnológica instalada.

### **5. Conclusiones**

1. Existen experiencias aisladas, no sistematizadas de la gestión de los RCD en Cuba, que constituyen la base para el perfeccionamiento de su gestión integral en el actual contexto de desarrollo sostenible y de la actualización del modelo económico cubano.
2. Las limitaciones detectadas mediante el diagnóstico realizado a la provincia de Villa Clara demuestran que no se realiza la gestión integral de los RCD; aun cuando el mismo arroja que existe un alto potencial de este tipo de residuos estimados en 80 137  $\text{m}^3$  anuales entre las UEB, los talleres de producciones locales y los generados por la población.
3. El mercado de los RCD se determina a través de la realización de dos pasos, el primero mediante la estimación puntual de la generación de estos residuos (del lado de la oferta) y el segundo por la determinación de la demanda a partir de las capacidades instaladas de las entidades de la construcción.



#### 4. Referencias bibliográficas

- Alonso, J. D. G. (2014). *Estudio técnico-económico del uso de áridos reciclados en la producción de hormigón*. Universidad Central Martha Abreu de Las Villas, Santa Clara.
- Reglamenta la gestión integral de los residuos derivados de las actividades de construcción y demolición (2014).
- Bedoya, A. B. (2011). *Propuesta para el manejo integral de los residuos de la construcción y la demolición*. Universidad de San Buenaventura, Medellín, Colombia.
- Botamino, I. (2016). *Residuos de Construcción y Demolición*
- CITMA. (2008). Gestión de los residuos.
- Fraguela, J. A., Carral, L., Troya, J., & Villa, R. (2012). La integración de los sistemas de gestión. Necesidad de una nueva cultura empresarial. *VII Simposio marítimo panamericano SMMTECHNAVAL*.
- Glinka. (2006 - 2007). *Residuos de construcción y demolición*.
- González, Y. P., & Rodríguez, A. C. (2014). *Estudio del comportamiento de hormigones hidráulicos, a partir del empleo de áridos reciclados sin y con adiciones de materiales finos.*, Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas, Santa Clara, Cuba.
- Lorena, N., Cortés, G., Yohana, L., Roa, M., Hernando, L., Galarza, W., & Gómez, S. T. R. (2012). Estudio comparativo en la gestión de residuos de construcción y demolición en Brasil y Colombia (pp. 14).
- Luna, M. A., Hernández, K. R., & Castillo, G. B. (2017). *Procedimiento para la gestión integral de los RCD en Cuba* (E. A. Española Ed.). España.
- M.F., S.-G., & M., A. Evaluación económica de una microempresa de reciclaje de escombros (pp. 9).
- Mercante, I., Dolores Bovea, M., & Llamas, S. (2011). Residuos de construcción y demolición. 28.
- Mercante, I. T., Bovea, M. D., & Llamas, S. (2011). Capítulo 15 Residuos de construcción y demolición, del libro "Residuos Sólidos: un enfoque multidisciplinario".
- Mérida, A. d. L. s. e. M. I. d. R. S. d. E. (1991). *Anteproyecto de Ley sobre el Manejo Integral de Residuos Sólidos del Estado Mérida*. Venezuela.
- MINSAP. (2016). *Manual de procedimiento de Higiene*. La Habana.
- Navarro, Y. S. (2007). *Estudio para el manejo integral de Residuos sólidos en tres áreas de la UCLV*. Universidad Central Martha Abreu de las Villas, Santa Clara
- ONEI. (2018). *Anuario Estadístico de Cuba 2017*. Ciudad Habana: Oficina Nacional de Estadística e Información.
- PCC. (2016). Actualización de los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución
- Peña, N. S. (2012). *Estudio sobre el reciclaje de los RCD enfocados en el hormigón elaborado con áridos reciclados*.
- Pérez, A. (2016). Valoración teórico- metodológica del proceso de reciclado de los Residuos de Construcción y Demolición.
- Pojasek, R. (2006). Is your integrated management system really integrated? || *Environmental Quality Management* (pp. 89–97. ).



**II Convención Científica Internacional 2019**  
**CIENCIA Y TRANSFORMACIÓN SOCIAL PARA EL**  
**DESARROLLO SOSTENIBLE**  
**Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas**



- Rubio, H. H. J. (2011). ANTEPROYECTO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN EL MUNICIPIO DE YUMBO.
- Wang, J., Yuang, H., Kang, X., & Lu, W. (2010). Critical suces factors for on-site sorting of construction waste. A China study. . *Resources, Conservation and Recycling*, 54, 931-936.
- Zhao, W., Leeftink, R., & Rotter, V. (2009). E valuation of the economic feasibility for the recycling of construction and demolition waste in China- The case of Chongqing *Resources, Conservation and Recycling*, 54(6), 377-389.