

## ECONOMÍA CIRCULAR DESDE LA COMPETENCIA DE ÁRIDOS Y PÉTREOS EN LOS GAD MUNICIPALES EN ECUADOR

### CIRCULAR ECONOMY FROM THE STATUTORY FUNCTIONS OF THE MUNICIPAL GAD OVER AGGREGATES AND STONE RESOURCES IN ECUADOR

Daniel Marcelo Charro<sup>1</sup>, Andrés Mideros Morab<sup>2</sup>, Karl-Heinz Gaudry<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Centre International de Formation Européenne (CIFE), 81 rue de France, F-06000 Niza, Francia. dmcharro@gmail.com

<sup>2</sup> Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Av. 12 de octubre 1076 y Roca, Quito, Ecuador; Universidad Internacional SEK, El Calvario s/n y Fray Francisco Compte, Quito, Ecuador; y, UNU-MERIT, Boschstraat 24, 6211AX, Maastricht, Países Bajos. andresmideros@gmail.com

<sup>3</sup> Instituto de Investigación Geológico y Energético (IIGE), Av. De la República E7-263 y Diego de Almagro, Edificio Sky, Quito, Ecuador. karl.gaudry@geoenergia.gob.ec

ISSN: 2661-6998

Fecha de recepción: 26-09-2019

Fecha de aceptación: 13-03-2020

#### Resumen

El 55% de la población mundial vive en áreas urbanas y se estima que aumenta a 68% para el año 2050. El sector de la construcción representa uno de los consumidores más grandes de electricidad y agua. Mientras que contribuye con una considerable huella negativa de carbono, el sector se mantiene rezagado en términos de acción climática. Frente al límite de los recursos naturales de nuestro planeta, la estrategia de economía circular sugiere potencialidades para vincular las competencias de los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) municipales en Ecuador a los sectores productivos, como contribución a la estabilidad y resiliencia del sistema ambiental global. A medida que aumenta la población, mayor se vuelve la necesidad de extraer recursos para satisfacer sus necesidades. La economía a escala global es circular en tan solo un 9% y la construcción y mantenimiento de las infraestructuras consumen alrededor de la mitad de los materiales que ingresan anualmente a la economía global. La cantidad de recursos en términos de minerales que ingresan al sector de la construcción representa el 40.84% del total de recursos utilizados.

En esta investigación se considera la competencia de “regular, autorizar y controlar la explotación de materiales áridos y pétreos” de los GAD para identificar las potencialidades hacia la economía circular en relación con la industria de la construcción. A partir de indicadores numéricos relacionados al ingreso, mantenimiento y salida de desechos en la economía global, para el sector de la construcción, se valora una serie de marcos existentes para la evaluación de la circularidad, así como estrategias

aplicables al sector. Se consideran las bases legales que establecen a los GAD municipales como el nivel de gobierno encargado de la competencia de áridos y pétreos, así como sus alcances y potenciales para promover la economía circular y crecimiento del PIB. La investigación incluye aspectos de prevención y remediación de daños ambientales resultado de la explotación de los materiales áridos y pétreos, y finalmente identifica aquellas iniciativas nacionales y las potenciales sinergias desde los GAD para la promoción de la economía circular.

**Palabras clave:** Economía circular, competencias de los gobiernos autónomos descentralizados municipales, materiales áridos y pétreos, desarrollo territorial, descentralización.

#### Abstract

About 55% of the world's current population lives in urban areas and this share is estimated to increase to 68% by 2050. The construction sector represents one of the largest consumers of electricity and water, and contributes greatly to carbon gas emissions and it continues to lag in terms of climate action. Facing the natural resource limits of the planet, circular economy strategies suggest new opportunities for municipalities in Ecuador, particularly in the industry sector. The latter contribute, in turn, to the

stability and resilience of the global environmental systems. In tandem with an increasing global population, the demand for the resources increases. At present, only 9% of the global economy is estimated to be circular. The construction and maintenance of infrastructure consumes about half of the materials that enter the global economy annually, representing 41% of the total resources used.

We consider the municipal statutory functions to “regulate, authorize and control the exploitation of arid and stone materials” aiming to identify opportunities and more circular methods of working in the construction and building industry. For this purpose, an evaluation of a series of existing frameworks, based on indicators such as maintenance and waste

disposal in the global economy, that measure and assess the development of circularity has been carried on. As the level of government responsible for regulating the exploitation of arid and petrous, we assess the municipalities’ legal frameworks and their potential to promote the circular economy. Our research considers aspects of prevention and remediation of environmental damages resulting from the exploitation of arid and petrous materials. Finally, we identify and discuss potential synergies among the ongoing national initiatives aimed at promoting the circular economy.

**Key words:** Circular economy, municipal decentralized autonomous governments, arid and stone materials, territorial development, decentralization.

## 1. Introducción

Los modelos económicos lineales tienden al desperdicio de los recursos. Existe en la actualidad un incremento en la demanda y competencia por recursos finitos donde la presión por estos conlleva a la degradación del ambiente [13]. El concepto de economía circular busca mantener el valor de los productos, materiales y recursos el mayor tiempo posible. La circularidad busca el retorno de recursos en el ciclo de producción minimizando la generación de residuos [14]. Al retener los recursos en la economía, reutilizándolos después de llegar al final de su vida útil, se puede sacar provecho de ellos repetidamente, renovando su valor [13].

El modelo de economía circular sugiere que mientras menos productos se desechen de forma permanente, menor será la cantidad de recursos extraídos del planeta y el impacto a los servicios ambientales [14]. Con el fin de encaminar la economía circular, se deben tomar en cuenta varios aspectos tales como el diseño inteligente del producto y los procesos de producción (ver Figura 1).

Además de la reducción de residuos e impactos ambientales, la economía circular ofrece múltiples oportunidades a favor de negocios, industrias y ciudadanos. Entre las más prominentes se incluyen nuevas formas de producción eficiente y consumo. Estas a su vez contribuyen a la protección de negocios contra escasez de recursos, resiliencia ante la volatilidad de precios, oportunidades laborales locales, optimización del manejo de residuos, ahorro de energía, conservación de la biodiversidad, así como mitigación de Gases de Efecto Invernadero (GEI) ante el cambio climático [14].

Actualmente el sector industrial cuenta con una sólida racionalidad económica a partir de una optimización en la productividad de los recursos. Se estima que se puede dar una reducción de insumos materiales entre un 17-24% para el año 2030 a partir de una mayor eficiencia en el aprovechamiento de los recursos [13].

Según Circle Economy (2019), la economía a escala global es circular en tan solo un 9% [11]. Esto significa que de un total de 92.8 Gt de recursos (minerales, combustibles fósiles, biomasa), que ingresan como materias primas a la economía global, solo 8.4 Gt son parte del modelo circular y se mantienen dentro del ciclo. Los materiales que no son incluidos al ciclo se pierden y dispersan en forma de emisiones o desechos residuales. Las necesidades sociales de “vivienda e infraestructura”, “alimentación” y “movilidad” representan en conjunto más del 82% de la huella material [11]. Los principales materiales en términos de consumo incluyen minerales o derivados de la roca tales como los áridos y pétreos, considerados vitales en el sector de la construcción para edificaciones e infraestructura en usos como cimentación, estructuras, mampostería, cerramientos, acabados, entre otros [11, 26].

El sector de la construcción está constituido por tres necesidades sociales básicas que son: vivienda, comunicación y movilidad [11]. La cantidad de recursos en términos de minerales que ingresan para este sector (37.9 Gt) representa el 40.84%



**Figura 1.** Fases principales de un modelo de economía circular (Comisión Europea, 2014)

<sup>1</sup> Indicador que proporciona una perspectiva en términos de consumo en base al uso de recursos [33].

del total de recursos utilizados en la economía global. Todos estos recursos forman parte de las 84.4 Gt de recursos que son extraídos, resultando el sector de construcción aquel -sin contar la vida útil y de ocupación- del 45.31% de la huella de carbono y del 46.04% del valor financiero [11].

## 2. Objetivos y estructura de la investigación

El objetivo principal de esta investigación es identificar potencialidades para promover la economía circular desde las competencias de los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) municipales en Ecuador. Entre las múltiples competencias de los GAD municipales (GADM) se centra en la de “regular, autorizar y controlar la explotación de materiales áridos y pétreos” en relación con el sector de la construcción.

## 3. Materiales áridos y pétreos: competencia y vínculo a la economía circular

En Ecuador las competencias de los GAD pueden ser de índole exclusiva o concurrentes, es decir, que se ejercen de forma conjunta con otros niveles de gobierno [3, 19]. Entre las competencias exclusivas se encuentran, además del control sobre el uso y ocupación del suelo urbano y rural, regular, autorizar y controlar la explotación de materiales áridos y pétreos en los lechos de ríos, lagos, playas de mar y canteras [19].

A continuación, se toma en cuenta la principal industria relacionada con estos materiales. Se valora tanto un marco que permita la evaluación de circularidad en base a indicadores relacionados al ingreso, mantenimiento y salida de desechos en la economía global para el sector de la construcción, así como estrategias de economía circular que pueden ser aplicadas al sector.

En la discusión se consideran las bases legales que establecen a los GAD municipales, como el nivel de gobierno encargado de la competencia de áridos y pétreos, así como sus alcances potenciales para promover la economía circular. En la discusión se incluyen los aspectos de prevención y remediación de daños ambientales, resultado de la explotación de los materiales áridos y pétreos. Finalmente, se identifican las iniciativas nacionales encaminadas a la promoción de la economía circular y se evalúan las limitaciones y oportunidades de los GADM para avanzar en estas iniciativas.

### 3.1. Acercamiento a la economía circular de los materiales áridos y pétreos

El Gobierno ecuatoriano cuenta con una organización político-administrativa del territorio en diferentes niveles de autonomía política, administrativa y financiera. El Código Orgánico de Organización Territorial y Descentralización (COOTAD) (Arts. 141, 562) determina que, al tener la competencia de materiales

áridos y pétreos, los GADM cuentan con el deber de regular, autorizar y controlar la explotación de dichos materiales [19].

Los materiales granulares, formados por fragmentos de roca o arena, son aquellos materiales definidos como “áridos”. Estos se caracterizan por su estabilidad química, resistencia mecánica y se pueden clasificar en tres tipos: 1) naturales, 2) reciclados y 3) secundarios. Los áridos naturales son extraídos de yacimientos minerales, los reciclados se generan a partir del tratamiento de residuos de construcción y demolición, mientras que los secundarios son derivados del tratamiento de escorias de otras industrias [7].

Los materiales “pétreos” se definen como aquellos materiales inorgánicos naturales o procesados por el hombre, provenientes de la roca o con una calidad similar a la de esta. Los pétreos se caracterizan por su resistencia a agentes atmosféricos, tener procedencia magmática y se pueden clasificar en tres tipos: 1) naturales, 2) artificiales y 3) industriales [18]. Los naturales se encuentran usualmente en yacimientos secundarios; los artificiales se encuentran en macizos rocosos y se obtienen con ayuda de explosivos para su posterior clasificación. Los pétreos industriales son aquellos que pasan por varios tipos de procesos y de fabricación [18].

### 3.2. Los materiales áridos y pétreos como competencia de los GAD municipales

Según el COOTAD (Art. 55), la Ley de Minería (Art. 26 y 142) y la Constitución del 2008 (Art. 264.), los GADM tienen como parte de sus competencias exclusivas la regulación, control y autorización de actividades relacionadas a la explotación de materiales áridos y pétreos, siempre que estos se encuentren en los lechos de los ríos, lagos, playas de mar y canteras [3, 4, 19]. En el ejercicio de su capacidad normativa, los GADM establecen ordenanzas que contemplen de forma obligatoria la consulta previa, la remediación de impactos ambientales y sociales, derivados de la explotación de áridos y pétreos [19].

Para ejercer esta competencia los GADM se basan en los procedimientos y limitaciones de conformidad con las leyes correspondientes. De este modo, los GADM tienen la competencia en la supervisión de procesos de regulación y especificaciones técnicas que se estipulan en el COOTAD. De igual forma, en el ejercicio de su capacidad normativa, los GADM consignan ordenanzas para el control de las actividades de explotación de materiales áridos y pétreos [3, 4].

En estas ordenanzas se reconocen aspectos tales como la remediación de impactos ambientales, sociales y de infraestructuras. Además, estas normativas contemplan la consulta previa de mecanismos de participación ciudadana [6]. De forma adicional, la resolución No. 004-CNC- 2014 establece, en el Art. 12, que corresponde a los GADM, en articulación con las entidades del

gobierno central, ejercer actividades de seguimiento, evaluación y monitoreo de las obligaciones que emanen de los títulos de concesiones mineras.

En estas actividades se incluyen, como se expresa en el Art. 93 de la Ley de Minería y en los Arts. 11 y 13 de la resolución No. 004-CNC- 2014 13, establecer y recaudar las regalías por la explotación de los materiales áridos y pétreos que se encuentren en los lechos de ríos, lagos, lagunas, playas de mar y canteras (ARCOM, 2015; CNC, 2014).

El aprovechamiento de materiales áridos y pétreos se realiza, a partir de la autorización, por parte de la administración municipal mediante un acto administrativo, al cual puede estar basada en el formato propuesto en la Ordenanza para Regular, Autorizar y Controlar la Explotación de Materiales Áridos y Pétreos que se Encuentren en los Lechos de los Ríos, Lagos, Playas de Mar, y Canteras Existentes en la Jurisdicción del Cantón, y en el COOTAD [6, 19].

La solicitud para obtener dicha autorización se presenta en el formato establecido por cada municipalidad, como por ejemplo, la Ordenanza para Regular la Explotación Minera de Materiales Áridos, Pétreos y Otros en el Cantón Guayaquil [26], cumpliendo varios requisitos expresados en el Art. 39 de la Ordenanza para Regular, Autorizar y Controlar la Explotación de Materiales Áridos y Pétreos que se Encuentren en los Lechos de los Ríos, Lagos, Playas de Mar, y Canteras Existentes en la Jurisdicción Cantonal [6, 19].

Entre los requisitos para obtener dicha autorización se encuentran estudios, certificaciones y licencias en relación al uso del suelo, actividades de explotación y prevención de daños ambientales, entre otros que considere cada GADM. De forma complementaria, los GAD municipales aplican mecanismos de coordinación con los distintos niveles de gobierno, en caso de que esta competencia abarque decisiones que involucren a otros niveles [6, 19].

En el Art. 47 de la misma ordenanza, se establece que el Gobierno Municipal velará que las actividades de explotación y tratamiento de materiales áridos y pétreos se lleven a cabo en concordancia con las leyes estipuladas y con sus competencias. Como parte de la supervisión de la correcta aplicación de estas actividades, se incluye el cuidado del ambiente mediante auditorías y planes de manejo, tratamiento de aguas, manejo y prohibición de descarga de desechos, conservación de flora y fauna, protección del ecosistema, entre otros [6].

El compromiso de mitigar y remediar daños al ambiente, junto con diseños técnicos e implementación de sistemas en las etapas de explotación, son parte del estudio de impacto ambiental que los concesionarios deben presentar previo a las labores de explotación. El estudio deberá ser aprobado por la autoridad ambiental competente (Ministerio del Ambiente), previo al otorgamiento de Licencia Ambiental [6, 23, 25].

### 3.3. Industrias en el ámbito de la extracción y comercialización de materiales áridos y pétreos

Los materiales áridos son usados en diversas industrias como la química, farmacéutica, o de plásticos; sin embargo, tienen su mayor participación y aplicación en el sector de la construcción. Dentro de la industria de la construcción, los materiales áridos sirven en la fabricación de hormigón y concreto. Se estima que una vivienda familiar promedio en los países de América Latina necesita alrededor de 100-300 toneladas de áridos [7]. Los áridos se utilizan también para la creación de bases y aglomerados asfálticos como para la construcción de carreteras, autovías, calles, etc. [7].

Al ser agregados minerales, los materiales pétreos se ven relacionados con procesos industriales tales como la trituración, clasificación granulométrica y tratamientos de corte y pulido [16]. A diferencia de los materiales áridos, los pétreos cuentan con aplicaciones casi exclusivas al sector de la construcción en funciones tales como: tierra para paredes y pisos, arenas para morteros de pega, agregados para concretos y sirven para manufactura de otros productos como el ladrillo [18].

En Ecuador, el sector de la construcción se ve afectado por el bajo crecimiento económico del país desde el 2014. Según el Banco Central del Ecuador, el PIB en el año 2019 decreció 0.08% con relación al año anterior, en gran medida debido a las pérdidas y daños estimados en 820 millones de dólares en su último trimestre [34].

En enero del 2020 se estimó, por la misma entidad, un crecimiento del 0.7% del PIB en comparación al 2019 apoyado principalmente por sectores de la minería, construcción y exportaciones. Sin embargo, estas estimaciones se ven afectadas por factores externos tales como cambios en los precios globales del petróleo y limitantes en la producción del sector privado a finales del primer trimestre del 2020 [34].

Bajo estos parámetros se estima que el sector de la construcción presente para 2019 y 2020 un bajo crecimiento, similar al 2018 donde se presentó un crecimiento de tan solo 0,7% en comparación al 2017 [17, 27].

Desde el 2014, el sector de la construcción ecuatoriano atraviesa una situación crítica, afectando otros ámbitos, como por ejemplo la tasa de empleo. El sector de la construcción pasó de generar más del 10% de empleo formal total en el 2018 a solo el 6% en el 2019 (ver Figuras 2 y 3) [17, 27].



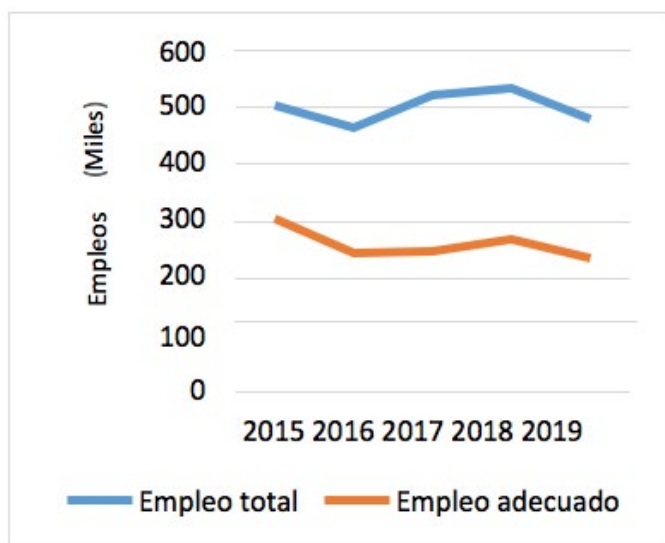


Figura 2. Evolución de empleo por el sector de la construcción (elaboración propia) [27]

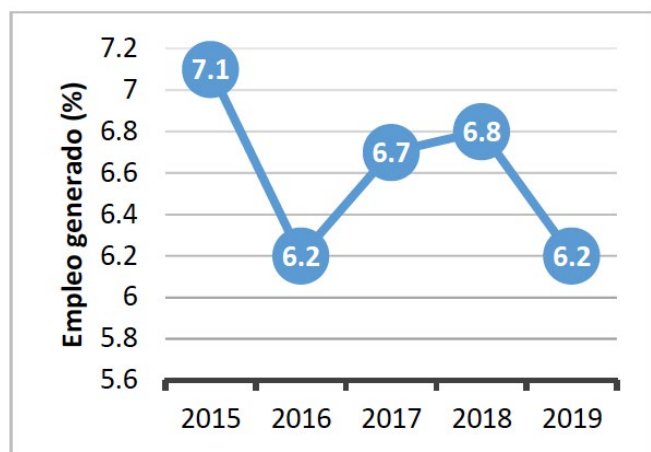


Figura 3. Empleo generado por la construcción con respecto al empleo total (elaboración propia) [27]

En términos de producción industrial, el sector de la construcción se encuentra entre las nueve actividades que han mantenido históricamente una participación importante en el PIB total nacional. El sector cuenta con una participación histórica en el PIB del 8% y, a pesar de una baja en su participación desde el 2014, sigue siendo una de las industrias que más demanda insumos de otros sectores y dinamiza el empleo [5]. En este sentido, resulta vital para el crecimiento y desarrollo económico del país [5].

Un marco de medición de circularidad, junto con diversas estrategias bajo el concepto de economía circular permitiría aumentar el crecimiento de la participación del sector de la construcción tanto en el PIB, como en la generación de empleo, además,

de otras ventajas sociales y ambientales para el cumplimiento de los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo (PND) y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

#### 4. Circularidad y economía circular en el sector de la construcción

##### 4.1. Circularidad en el sector de la construcción

El ambiente construido cubre diversas necesidades sociales tales como la vivienda o la infraestructura. La tasa de desarrollo y renovación de este sector es palpable como índice para la prosperidad económica [11]. La construcción y mantenimiento de las infraestructuras que cubren las necesidades sociales dentro del ambiente construido consumen alrededor de la mitad de los materiales que ingresan anualmente a la economía global [11]. Los ingresos de material a la economía generan el denominado “material acumulado”, el cual se

compone principalmente de minerales y metales elementales en edificaciones e infraestructura de diversas índoles. En menor proporción, estos materiales acumulados se constituyen de madera y plástico. Se estima que para el año 2050 el ambiente construido crecerá en un 60% principalmente en ciudades [11]. En el año 2015 la cantidad de material que ingresó a la economía vía la construcción de viviendas fue de 41 billones de toneladas, mientras que la cantidad de material acumulado a partir de este ingreso para el sector resultó ser aproximadamente 20 veces mayor [11].

La organización Circular Economy, en la segunda edición de su publicación Circularity Gap Report, ha desarrollado la aplicación a diferentes sectores tales como el ambiente construido de una metodología para la medición de la circularidad, en donde se identifican oportunidades a partir de la aplicación de los principios de la economía circular como sistema de circuito cerrado. Así, la circulación de materiales se vuelve un factor clave, en donde se mide la proporción de materiales en circulación en la economía global anual. Para llevar a cabo las mediciones de circularidad se consideran tres índices: 1) la entrada de materiales, 2) la salida de materiales, y 3) la acumulación de material [11].

La entrada de material agrupa tres categorías: a) materiales que son extraídos domésticamente, b) materiales que son importados, y c) materiales que circulan devuelta a la economía del sector y región. La salida de material agrupa tres categorías: a) todos los materiales para el sector de construcción que son exportados, b) los materiales que son desperdiciados y no recuperables, y c) los materiales que circulan [11]. Debido a que más del 90% de la economía global es lineal y no circular, resulta útil el proporcionar un marco de medición de la circularidad como guía para el desarrollo de nuevas oportunidades.

## 4.2. Economía circular en el sector de la construcción

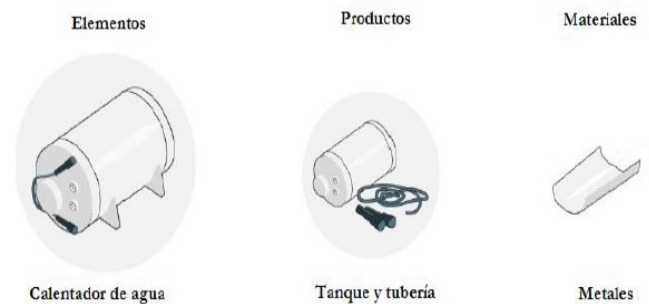
Debido a que el sector de la construcción representa una gran parte del consumo de recursos, emisión y retención de residuos, este también es acumulador de valor económico. En la década de los 90s, el sector de la construcción fue responsable en un 40% del consumo de los materiales y alrededor del 30% de la energía a nivel global. Después de dos décadas, este sector aún es el mayor consumidor de materias primas y es responsable del 25-40% de las emisiones de CO<sub>2</sub> a nivel global [29].

De acuerdo con la Revisión de los Prospectos de Urbanización Mundial (2018), llevada a cabo por las Naciones Unidas, el 55% de la población mundial vive en áreas urbanas y se estima que este índice aumente a un 68% para el año 2050 [31, 32]. Este crecimiento representaría a su vez un aumento en la presión de la infraestructura y recursos existentes en las ciudades, junto con un significativo impacto en términos de cambio climático. El sector de la construcción consume grandes cantidades de electricidad y agua, mientras dejan una considerable huella de carbono y es uno de los sectores que se ha mantenido rezagado en términos de acción climática [32].

En este sentido, es necesario tomar en cuenta estrategias aplicables al sector que reduzcan los impactos al ambiente, sin disminuir los beneficios económicos. Mediante la economía circular se intenta extender la vida de los productos que ingresan a la economía global por el mayor tiempo posible, manteniendo su valor. Una de las primeras estrategias que se ha considerado aplicables para este fin es la retención del valor de los productos [12].

Se toma en cuenta al sector de la construcción, como la edificación y mantenimiento de casas, oficinas, vías, carreteras y otras infraestructuras dentro del ámbito de necesidades sociales de “vivienda e infraestructura” [11]. En adición a esto, y tomando en cuenta que se intenta reducir la cantidad de materias primas que ingresan al ciclo del modelo circular y la cantidad de desechos residuales, la retención del valor de los productos es aplicable en diferentes niveles (ver Figura 4):

1. En el primer nivel se busca reusar elementos tales como dispositivos, equipos, artefactos, constituidos por varios productos. En caso que no se puedan reusar los elementos completos, se pasa el siguiente nivel.
2. En el segundo nivel se busca reusar los productos que conforman estos elementos. En caso de que no sea posible, se pasa al siguiente nivel.
3. En el tercer nivel se busca el reusar materiales (metales, minerales, etc.) que conforman estos productos.



**Figura 4.** Ejemplo de elementos, productos y materiales reusables en el sector de la construcción [11]

Este acercamiento secuencial es capaz de mantener el valor de los elementos, productos y materiales en el sector. Al mantener los valores de estos componentes dentro de la economía, existe una evolución hacia un diseño modular. A través de esto, el fácil desacoplamiento de los componentes para su reutilización permitirá una reducción de costos, lo que lleva a una mayor demanda de este tipo de componentes [12].

A través de la construcción modular, se visualiza a una edificación como un producto con una colección de capas. Cada capa puede ser dividida en elementos, productos y materiales y la variedad de vida útil de cada capa necesita de un acercamiento más detallado con el fin de determinar en qué punto los componentes pueden ser reutilizados. De este modo, el proceso de recolección de materiales puede ser considerado desde el diseño de las edificaciones [12].

Con el fin de reducir la cantidad de desechos residuales en el ciclo, es necesario contemplar que la procedencia de estos materiales se relaciona con actividades de minería. Al vincular estas dos industrias, se puede desarrollar un modelo de economía circular donde la escasez de recursos minerales en el sector de la construcción pueda ser abastecida por recursos residuales de la minería. Esto permite una reducción del ingreso de materias primas y en la salida de desechos residuales en los ciclos de ambas industrias [21].

Con respecto a la vinculación de estos dos sectores y, en concordancia con la Ley de Minería en Ecuador (actualización mayo 2018), en el Art. 144 se establece que el Estado es capaz de otorgar a contratistas el aprovechamiento de materiales para la construcción de obras públicas. Este permiso de explotación se extiende mientras se encuentre en ejecución la obra pública y el material explotado será empleado únicamente para el beneficio de dicha obra [23].

Este permiso se enfoca en un modelo de funcionamiento lineal, donde se extraen recursos para un uso único. Sin embargo,

existe un potencial para el aprovechamiento de los materiales extraídos, donde se otorga al contratista el permiso para la reutilización de los desechos residuales en otras obras públicas. De este modo se sostiene el concepto de aprovechamiento de materiales para obras públicas y se minimiza el ingreso de materias primas y la salida de desechos residuales, mientras que se enfatizan las fases de reelaboración y distribución.

Una construcción, en una economía circular, toma en cuenta no solamente los productos, sino también, los procesos previos a la ocupación, uso y demolición. De este modo se puede dar diferentes puntos de inicio para un proyecto. Al considerar las edificaciones ya existentes, es complicado obtener información sobre los componentes disponibles que pueden ser reutilizados. Mientras más avanzado se encuentra un proyecto, menos cambios se pueden realizar. Debido a esto, se deben introducir de diferentes formas los procesos de diseño, construcción y recolección de componentes, dependiendo del punto de partida de una obra [12].

Es importante mencionar que la construcción modular se aplica a los conceptos de la economía circular, donde se busca mantener y preservar lo que ya se ha construido. Tomando en cuenta el almacenamiento de recursos en las edificaciones, se debe impulsar el desempeño de lo que ya se encuentra construido desde la perspectiva de la reutilización de componentes y eficiencia energética [11, 12].

En este sentido, se puede aplicar también al aprovechamiento de materiales a partir de la etapa de demolición de edificaciones. Los desperdicios más prominentes en la demolición son asfalto, concreto y madera. Estos desperdicios constituyen alrededor del 30-40% de los desperdicios sólidos totales [20]. Con el incremento de los índices de urbanización y los desperdicios generados por la construcción y demolición, en relación a esto, aumenta también la falta de métodos de reciclaje y tratamiento para los desperdicios, junto con el limitado espacio destinado para este propósito [20].

A partir del estudio realizado en el 2017 en el Reino Unido por Adams et al. relacionado a la concientización de la economía circular en la industria de la construcción, uno de los mayores retos considerados por los contratistas en las etapas de demolición, es la política y legislación ambigua con respecto al manejo de los desperdicios. El no tener una legislación específica con preceptos de una economía circular también es considerado como un reto, pero también como un potencial promotor por manufactureros, clientes y diseñadores dentro de este sector [1].

Al mismo tiempo, la falta de mecanismos de mercado que ayuden a la recuperación de materiales y productos del sector fue considerado por todos actores del sector (investigadores, consultores, contratistas, clientes, manufactureros, diseñadores, entre otros), como uno de los mayores desafíos para alcanzar una economía circular. Esto corresponde al desarrollo

de incentivos financieros que promuevan la etapa de consumo, reutilización y reparación dentro del ciclo [1].

No obstante, para que esto funcione los mismos actores consideran que se debe asegurar la calidad de los materiales que se van a reutilizar. Una mejora en la composición de material y opciones de procesamiento, al final de la utilización de estos, permitiría optimizar el uso los desperdicios como nuevos recursos. Un ejemplo de estos son innovaciones tales como trituradoras inteligentes, las cuales son capaces de recuperar arenas, grava y cemento a partir de concreto, lo que impulsa las etapas de recogida y reciclado de materiales [11, 13].

Sin embargo, la aplicación de soluciones como esta se relaciona con la falta de conocimiento sobre los procesos que deben ser aplicados a los materiales al final de su vida útil para ser reincorporados al ciclo [1]. Como referencia hacia un método de demolición sustentable, se puede destacar el caso de estudio evaluado en Holanda por Leising et al. (2018) [22].

En este caso de estudio, el desarrollador optó por una visión de demolición sustentable con la meta de alcanzar la certificación BREEAM, bajo los parámetros de la misma [22]. La certificación BREEAM se basa en una metodología para la evaluación del desempeño sustentable en áreas y edificios [8, 9], la cual fue alcanzada por el desarrollador al proveer de una forma de construcción que fue capaz de satisfacer las necesidades del usuario y al mismo tiempo creando valor dentro del ciclo de economía circular al poder separar los desechos residuales en 20 diferentes grupos que pudieron ser utilizados posteriormente [22].

Cabe resaltar que es importante el uso de marcos metodológicos que permitan la evaluación de circularidad y medición de progreso en torno a una economía circular y más sustentable en el sector de la construcción. Como primer paso se podría considerar el marco desarrollado por Pomponi y Moncaster (2017), donde se consideran seis dimensiones (governabilidad, economía, ambiente, comportamiento, sociedad y tecnología), denominadas como “pilares” para un acercamiento holístico en materia de investigación [29].

En adición a esto, se considera la metodología desarrollada por Leising et al., donde se toman en cuenta aspectos como las visiones, modelo de negocios, actores y dinámicas de interacción en varios casos de estudio para analizar datos empíricos. A partir de los productos obtenidos en las evaluaciones de los casos de estudio, se desarrolló una herramienta de colaboración que provee lineamientos para la construcción circular de edificios [22].

De igual manera, se toma en cuenta la metodología propuesta por Adams et al. (2017), donde se combina un acercamiento cuantitativo y cualitativo a partir de una encuesta que permite entender el nivel de concientización sobre la economía circular por parte de los diversos actores del sector de la construcción,

enfaticando retos y habilitadores para la aplicación de este concepto. En esta metodología se consideran los aspectos relacionados con el ciclo de vida de un edificio, tales como diseño, manufactura y suministro, construcción, y fin de vida útil [1].

Estas metodologías son aplicables como apoyo a la metodología de Circle Economy (2019) mencionada anteriormente; sin embargo, una transición exitosa hacia una economía circular requiere de la actuación y compromiso de los ciudadanos para cambiar sus patrones de consumo y en la percepción del desarrollo del sector y ambiente construido en una más sustentable [11, 32]. Para esto, es necesario un acercamiento estratégico que informe a los ciudadanos sobre los beneficios de un consumo circular en los diversos sectores y esfuerzos por parte de las autoridades como los GAD municipales, para fortalecer la legislación sobre la gestión de residuos, especialmente bajo su competencia de materiales áridos y pétreos [15].

Las aplicaciones de diversos mecanismos para proyectos de construcción están empezando a ser exitosos en la actualidad. Tal es el caso del proyecto gubernamental llevado a cabo en distrito Changning de Shanghai, donde se reestructuraron 32 edificios públicos alcanzando un ahorro de energía del 20% y aplicando una plataforma de monitoreo de consumo de energía [32].

## 5. Iniciativas nacionales para promover una economía circular en Ecuador

En Ecuador el concepto de economía circular ha tenido diversos impulsos. Estos están orientados principalmente hacia la reducción de daños ambientales, la promoción de mecanismos socio-económicos, así como para potenciar la oferta exportable del país [24, 30].

A través del desarrollo de la marca sectorial denominada “Economía circular del Ecuador”, el Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca está principalmente orientado a la reducción de dióxido de carbono y a la concientización civil y productiva sobre la importancia de industrias sostenibles [24].

Mientras que la definición de una “industria sostenible” carece de conceso, el Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN), ha iniciado el proceso para la publicación del documento normativo BSI 8001 (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2019). La norma del British Standards Institute (BSI) busca crear beneficios financieros, ambientales y sociales mediante la implementación de principios de economía circular en organizaciones [10].

Los principios de BSI 8001 para este cometido son: innovación, administración, colaboración, optimizaciones de valor, transparencia y pensamiento sistémico. El marco BSI 8001 apuesta a

la economía circular como una de las mayores oportunidades de crecimiento económico con beneficios estimados en continentes como Europa de 1.8 trillones de euros para el año 2030 [10].

## 6. Conclusiones y recomendaciones

Mediante el ejercicio de sus competencias, los GADM son capaces de tomar a los áridos y pétreos como base para una aplicación y promoción de procesos enfocados en la economía circular. Con el fin de cumplir los objetivos previstos en los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT), este nivel de gobierno puede por ejemplo enfocarse en el sector de la construcción y todos sus ámbitos para una aplicación más sustentable, de menor consumo y que proporciona mayores ventajas a los ciudadanos e industrias.

Al tener la competencia de áridos y pétreos, los GADM son capaces de promover una circularidad desde las fases de explotación y al mismo tiempo impulsar la prevención de daños ambientales causados por los mismos. Es importante promover y comunicar qué es lo que se construye bajo los conceptos de circularidad y qué es lo que se adquiere con una edificación bajo estos principios.

Para lograr esto, los GADM tienen la posibilidad de incentivar los conceptos de circularidad, junto con las ventajas que esto representa. En la construcción, este representaría una disminución en los gastos de materiales, cadenas de oferta de intercambio de recursos, desbloqueo de nuevas fuentes de ingresos, aumento de trabajos, crecimiento económico del sector y resistencia a alteraciones externas, aumento de la competitividad, entre otros. Para el sector de la construcción, esto podría suponer salir del estancamiento en el que se encuentra desde el 2014, aumentando su participación en el PIB y en la generación de empleo.

Los consumidores de estos materiales pueden ser incluidos en procesos de desarrollo de nuevos mercados basados en la reutilización de materiales de construcción. De este modo se crean vínculos entre constructores, proveedores y mediadores, donde los recursos continúen conservando valor en nuevos proyectos, en lugar de desecharlos.

La mitigación de riesgos jugaría un papel importante en esta transición hacia la circularidad, ya que se pueden identificar impactos tanto económicos como ambientales, que podrían ser incluidos en nuevas normativas de remediación y mitigación durante la transición.

Debido a que cada municipalidad es responsable de establecer el proceso de autorización para la explotación de materiales áridos y pétreos, es vital que los actores involucrados en la extracción y consumo de estos materiales sean considerados en cada territorio, tomando en cuenta la proporción en términos productivos de estos materiales.



Con el fin de evitar desbalances económicos, sociales, o ambientales, es importante desarrollar datos referenciales donde se contemple el lugar de procedencia de los materiales áridos y pétreos y el lugar de destino.

Al contar con la autoridad de regular y controlar la explotación de áridos y pétreos, junto con las ordenanzas de remediación de impactos, los GADM pueden, en su capacidad normativa, impulsar la reutilización y reciclaje de los materiales áridos y pétreos, mediante regulaciones y tasas que promuevan esta tendencia a favor de la circularidad.

De la misma manera los GADM cuentan con las competencias de control de uso de suelo, que incluye la facultad de dar permisos de construcción y la de gestión de residuos, es así que, mediante regulación vía ordenanzas, pueden generar los incentivos y normativa para fomentar la circularidad en toda la cadena de construcción y la gestión integral de residuos.

Mediante la marca “Economía circular del Ecuador”, los GADM pueden, por ejemplo, potenciar sus acciones de remediación e incluso desarrollar marcos de medición que permitan evaluar la sostenibilidad del sector de la construcción y, con la cual se planteen objetivos y estrategias, que lleven al sector a un aumento tanto en circularidad como en sostenibilidad.

A través de metas a corto plazo, la norma BSI 8001 permitiría que el sector de la construcción maneje los recursos necesarios para crear beneficios financieros, sociales y ambientales. La flexibilidad de esta norma permite un avance hacia una economía circular ya sea que una industria o sector sea nuevo en el tema o tenga una trayectoria marcada.

Mediante la norma BSI 8001 los GADM cuentan con el apoyo de los demás niveles de gobierno, incluyendo el Gobierno central, para comunicar los principios de la economía circular y justificar cómo este modelo resulta beneficioso y por qué es relevante en diferentes sectores ahora y en el futuro. De igual forma, podrán aplicarse los principios de economía circular de forma consensuada a nivel nacional, permitiendo la identificación de oportunidades y desafíos en materia de recursos, la medición y avance hacia la circularidad, la aplicación de distintos modelos de negocios, mejoramiento de diseño de productos y la evaluación de posibles barreras en la transición hacia una economía circular.

El incentivo, por parte de los GADM, de metodologías que promuevan la concientización sobre la importancia y los beneficios de una economía circular en el sector de la construcción, en base a los materiales áridos y pétreos, debe ir de la mano con la propuesta de mecanismos que permitan una transición a favor de la retención de recursos dentro de la economía del sector. Estos mecanismos pueden ser ejercidos en función de los PDOT del territorio.

El fortalecer el sector de la construcción para satisfacer necesidades como la vivienda, abre camino a que posteriormente los GADM puedan colaborar con otros niveles de gobierno u otros territorios para satisfacer otras necesidades como el transporte y movilidad, los cuales usan los mismos recursos que el sector de la vivienda y con los cuales se pueden crear vínculos que promuevan el desarrollo de la economía circular en otros sectores.

## Referencias Bibliográficas

- [1] Adams, K., Osmani, M., Thorpe, T., & Thornback, J. (2017). Circular economy in construction: Current awareness, challenges and enablers. Recuperado de [https://repository.lboro.ac.uk/articles/Circular\\_economy\\_in\\_construction\\_current\\_awareness\\_challenges\\_and\\_enablers/9447968](https://repository.lboro.ac.uk/articles/Circular_economy_in_construction_current_awareness_challenges_and_enablers/9447968)
- [2] Agencia de Regulación y Control Minero. (2015). La Arcom entregó 129 áreas de explotación de áridos y pétreos a GADs de Imbabura. Recuperado 11 de septiembre de 2019, de ARCOM website: <http://www.controlminero.gob.ec/la-arcom-entrego-129-areas-de-explotacion-de-aridos-y-petres-a-gads-de-imbabura/>
- [3] Constitución de la República del Ecuador. (2008).
- [4] Asamblea Nacional del Ecuador. Ley de Minería., 2009-045 SCLF § (2009).
- [5] Asociación de Bancos del Ecuador. (2019). Boletín Macroeconómico—enero 2019. 20.
- [6] Asociación de Municipalidades Ecuatorianas. (2015). Ordenanza para Regular, Autorizar y Controlar la Explotación de Materiales Áridos y Petreos que se Encuentren en los Lechos de los Ríos, Lagos, Playas de Mar, y Canteras Existentes en la Jurisdicción del Cantón.
- [7] Asociación Nacional de Empresarios Fabricantes de Áridos. (2006). Conoce los áridos: Materias primas esenciales. Madrid, España.
- [8] BREEAM. (2013). BREEAM-NL Demolition and Disassembly.
- [9] BREEAM. (2019). How BREEAM Certification Works. Obtenido el 16 de septiembre de 2019, de BREEAM website: <https://www.breeam.com/discover/how-breeam-certification-works/>
- [10] British Standards Institute. (2014). Executive Briefing: BS 8001—A Guide (p. 6). London, United Kingdom.
- [11] Circle Economy. (2019). The circularity gap report 2019 (p. 56).

- [12] Circle Economy, Sustainable Finance Lab, & Nederland Circular. (2019). Building value: A pathway to circular construction finance (p. 32).
- [13] Comisión Europea. (2014, septiembre 25). Hacia una economía circular: Un programa de cero residuos para Europa. 17. Bruselas, Bélgica.
- [14] Comisión Europea. (2016). Circular economy overview. Recuperado 1 de septiembre de 2019, de Eurostat website: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/circular-economy/overview>
- [15] Comisión Europea. (2019). Implementation of the circular economy action plan (p. 12). Bruselas, Bélgica.
- [16] Consejo Metropolitano de Quito. (2014). Ordenanza Metropolitana para Regular, Autorizar y Controlar la Explotación de Materiales Áridos y Pétreos en el Distrito Metropolitano de Quito
- [17] Diario La Hora. (2019, junio 22). 8 sectores económicos de Ecuador están estancados en 2019—La Hora. Recuperado 11 de septiembre de 2019, de La Hora Noticias de Ecuador, sus provincias y el mundo website: <https://lahora.com.ec/noticia/1102252550/8-sectores-economicos-de-ecuador-estan-estancados-en-2019->
- [18] Dirección General de Desarrollo Minero de México. (2015). Estudio de la cadena productiva de los materiales pétreos. Secretaría de Economía de México.
- [19] Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización, COOTAD. (2010).
- [20] Jin, R., Yuan, H., & Chen, Q. (2019). Science mapping approach to assisting the review of construction and demolition waste management research published between 2009 and 2018. *Resources, Conservation and Recycling*, 140, 175- 188. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.09.029>
- [21] Kinnunen, P. H.-M., & Kaksonen, A. H. (2019). Towards circular economy in mining: Opportunities and bottlenecks for tailings valorization. *Journal of Cleaner Production*, 228, 153-160. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.171>
- [22] Leising, E., Quist, J., & Bocken, N. (2018). Circular Economy in the building sector: Three cases and a collaboration tool. *Journal of Cleaner Production*, 176, 976-989. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.010>
- [23] Ley de Minería (actualización 21 de mayo de 2018), 0045 SCLF-2009 § (2009).
- [24] Ministerio de Comercio Exterior e Inversiones. (2019). Lanzamiento de la marca “Economía Circular del Ecuador”. Recuperado 1 de septiembre de 2019, de <https://www.comercioexterior.gob.ec/lanzamiento-de-la-marca-economia-circular-del-ecuador/>
- [25] Ministerio del Ambiente. Reglamento Ambiental de Actividades Mineras. , Pub. L. No. Registro Oficial 213, 37 Acuerdo Ministerial 63 (2014).
- [26] Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia. “Los Materiales En La Construcción de Vivienda de Interés Social.” Bogotá, Colombia, 2011.
- [27] Mundo Constructor. (2019, octubre 7). El sector de la construcción entre crecimiento bajo y nulo para 2019. Recuperado 11 de septiembre de 2019, de Mundo Constructor website: <https://www.mundoconstructor.com.ec/el-sector-de-la-construccion-entre-crecimiento-bajo-y-nulo-para-2019/>
- [28] Municipalidad de Guayaquil. Ordenanza para Regular la Explotación Minera de Materiales Áridos, Pétreos y Otros en el Cantón Guayaquil. , (2017).
- [29] Pomponi, F., & Moncaster, A. (2017). Circular economy for the built environment: A research framework. *Journal of Cleaner Production*, 143, 710- 718. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.055>
- [30] Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2019). Ecuador proyecta una producción sostenible a través de una Norma Técnica basada en Economía Circular. Recuperado 1 de septiembre de 2019, de <https://www.normalizacion.gob.ec/ecuador-proyecta-una-produccion-sostenible-a-traves-de-una-norma-tecnica-basada-en-economia-circular/>
- [31] United Nations. (2018, mayo 16). 2018 Revision of World Urbanization Prospects. Obtenido el 18 de septiembre de 2019, de United Nations Department of Economic and Social Affairs website: <https://www.un.org/development/desa/publications/2018-revision-of-world-urbanization-prospects.html>
- [32] Urban Gateway. (2019). Why the Future of the Building Industry Is Circular. Recuperado 18 de septiembre de 2019, de <https://www.urbangateway.org/node/50655>
- [33] Wiedmann, T. O., Schandl, H., Lenzen, M., Moran, D., Suh, S., West, J., & Kanemoto, K. (2015). The material footprint of nations. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(20), 6271-6276. <https://doi.org/10.1073/pnas.1220362110>
- [34] Asobanca. (2020). Boletín Macroeconómico 2020 (p. 20).