

**CARACTERIZACIÓN DE LA ECONOMÍA CIRCULAR EN EL SECTOR DE LA
CONSTRUCCIÓN MEDIANTE SU ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN EN LA
CIUDAD DE BOGOTÁ - COLOMBIA**

CYNTHIA VANESSA. RAMÍREZ VARGAS

**Proyecto integral de grado para optar al título de
Especialista en Gerencia de Empresas Constructoras**

Orientador

Manuel Ricardo González V.

Arquitecto

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE ARQUITECTURA
ESPECIALIZACIÓN GERENCIA DE EMPRESAS CONSTRUCTORAS
BOGOTÁ, D.C**

2021

NOTA DE ACEPTACIÓN

<hr/>	<hr/>
Nombre	Nombre
Firma del director	Firma del presidente jurado

<hr/>
Nombre
Firma del jurado

<hr/>
Nombre
Firma del jurado

Bogotá, D.C. Mayo de 2021

DIRECTIVOS DE LA UNIVERSIDAD

Presidente de la Universidad y Rector del Claustro

Dr. Mario Posada García-Peña

Consejero Institucional

Dr. Luis Jaime Posada García-Peña

Vicerrectora Académica y de Investigaciones

Dra. Alexandra Mejía Guzmán

Vicerrector Administrativo y Financiero

Dr. Ricardo Alfonso Peñaranda Castro

Secretario General

Dr. José Luis Macías Rodríguez

Decano de la Facultad de Arquitectura

Dr. María Margarita Romero Archbold

Directora del Programa Especialización Gerencia de Empresas Constructoras

Dra. María Margarita Romero Archbold

Las directivas de la universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente a los autores.

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
RESUMEN	12
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
2. JUSTIFICACIÓN	15
3. OBJETIVOS	16
3.1. Objetivo General	16
3.2. Objetivos Específicos	16
4. ANTECEDENTES	17
4.1. Olam	17
4.2. Lafarge Holcim	17
4.3. P&G (Procter & Gamble)	18
5. MARCO DE REFERENCIA	24
5.1. Marco Conceptual	24
5.1.1. <i>Construcción</i>	24
5.1.2. <i>Construir</i>	24
5.1.3. <i>Construcción civil</i>	24
5.1.4. <i>Reciclaje abierto</i>	24
5.1.5. <i>Reciclaje cerrado</i>	24
5.1.6. <i>Innovación</i>	25
5.1.7. <i>Sostenibilidad</i>	25
5.1.8. <i>Impacto ambiental</i>	25
5.1.9. <i>Economía lineal</i>	26
5.1.10. <i>Economía circular</i>	27
5.1.11. <i>Leadership in Energy & Environmental Design - LEED</i>	29

5.1.12.	<i>Sello Ambiental Colombiano - SAC</i>	30
5.1.13.	<i>CASA Colombia</i>	34
5.1.14.	<i>Programa Building Energy Efficiency Accelerator (Programa BEA)</i>	35
5.2.	Marco Legal	35
5.2.1.	<i>Plan nacional de desarrollo 2018-2022</i>	35
5.2.2.	<i>Política nacional de crecimiento verde</i>	35
5.2.3.	<i>Estrategia nacional de economía circular</i>	35
5.2.4.	<i>Ley 1715 de 2014</i>	36
5.2.5.	<i>Resolución 1207 de 2014</i>	36
5.2.6.	<i>Resolución 0472 de 2017</i>	36
5.2.7.	<i>Resolución 1407 de 2018</i>	36
6.	DISEÑO METODOLÓGICO	37
6.1.	Enfoque De La Investigación	37
6.2.	Tipo De La Investigación	37
6.3.	Fases De La Investigación	37
6.3.1.	<i>Fase I: Contexto actual de la economía circular en el sector de la construcción en la ciudad de Bogotá.</i>	37
6.3.2.	<i>Fase II: Principios de la economía circular aplicados a empresas constructoras en la ciudad de Bogotá.</i>	37
6.3.3.	<i>Fase III: Factores específicos que agregan valor desde la economía circular a las empresas constructoras.</i>	37
7.	CONTEXTO ACTUAL DE LA ECONOMÍA CIRCULAR EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ	38
8.	PRINCIPIOS DE LA ECONOMÍA CIRCULAR APLICADOS A EMPRESAS CONSTRUCTORAS EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ	52
8.1.	El residuo se convierte en recurso y la reutilización.	52

8.2.1.	<i>Bloqueplas</i>	55
8.3.	La reparación: darle una segunda vida a aquellos productos que se encuentran deteriorados.	57
8.3.1.	<i>Caterpillar.</i>	57
8.4.	El reciclaje: utilizar aquellos materiales que se encuentran en los residuos.	57
8.4.1.	<i>Gerdau Diaco</i>	59
8.5.	La eco-concepción: desde la concepción del producto se contemplan los impactos ambientales a lo largo de su ciclo de vida.	59
8.5.1.	<i>Argos</i>	59
8.5.2.	<i>Edificio Elemento (Prabyc Ingenieros SAS)</i>	60
8.5.3.	<i>Edificio Ean Legacy</i>	63
8.5.4.	<i>Edificio Atrio (Consortio ELLISDON-ARPRO)</i>	64
8.5.5.	<i>Edificio Terpel (Esguerra Arquitectos)</i>	65
8.5.6.	<i>Kubik Virrey I y II (Kubik Lab S.A.S)</i>	66
9.	FACTORES ESPECÍFICOS QUE AGREGAN VALOR DESDE LA ECONOMÍA CIRCULAR A LAS EMPRESAS CONSTRUCTORAS	69
9.1.	Pasos que llevan a las empresas hacia la economía circular:	71
9.1.1.	<i>Entender las tendencias y el papel de la empresa en la economía circular</i>	71
9.1.2.	<i>Identificar oportunidades que agreguen valor al negocio.</i>	72
9.1.3.	<i>Priorizar oportunidades</i>	72
9.1.4.	<i>Establecer plan de acción para implementar las oportunidades identificadas</i>	72
9.1.5.	<i>Monitorear los procesos respecto a la estrategia y metas del plan de acción.</i>	72
9.2.	Proyectos de responsabilidad empresarial y sostenibilidad - ProRedes-	72
9.2.1.	<i>Me muevo por una Bogotá sostenible</i>	74
9.2.2.	<i>Economía circular</i>	74
9.2.3.	<i>AmbientaRSE</i>	74

9.2.4. <i>Gestión energética</i>	74
9.2.5. <i>Modelo de sostenibilidad con enfoque en procesos</i>	74
9.2.6. <i>Negocios verdes</i>	74
10. CONCLUSIONES	75
BIBLIOGRAFÍA	77

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Colombia y su evolución a través de los años en economía circular	20
Figura 2 Caracterización de residuos	22
Figura 3. Causas comunes del impacto ambiental.	25
Figura 4. Economía lineal	27
Figura 5. Economía circular	28
Figura 6 Niveles de certificación LEED	29
Figura 7 Etapas de operación del SAC	31
Figura 8 Porcentaje de iniciativas por línea de acción	33
Figura 9 Categorías de clasificación CASA Colombia	34
Figura 10. Esquema de la economía circular	38
Figura 11 Procesos en función de la sostenibilidad	40
Figura 12 Estrategias para la sostenibilidad de un producto según la etapa en el ciclo de vida del mismo	41
Figura 13. Resumen de las ventajas para Colombia para la trayectoria crecimiento eficiente en el uso de recursos	42
Figura 14 Máximo potencial de aprovechamiento de los materiales	44
Figura 15 Residuos de construcción y demolición – RCD (25 MM T/año)	45
Figura 16 Emisiones de GEI generadas por unidad de energía consumida total nacional 2016-2017	46
Figura 17. Alternativas de gestión de reutilización de residuos de la construcción	54
Figura 18. Sistema constructivo Bloqueplas	56
Figura 19. Alternativas de gestión de reciclaje de residuos de la construcción	58
Figura 20 Edificio Elemento	61
Figura 21. Indicadores económicos y ambientales del edificio Elemento	62
Figura 22. Edificio Ean Legacy	63
Figura 23 Edificio Atrio	65
Figura 24. Edificio Terpel	66
Figura 25 Kubik Virrey I y II	67

Figura 26 Beneficios de la economía circular a nivel de organización	70
Figura 27 Proyectos de responsabilidad empresarial y sostenibilidad. ProRedes	73

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1 Niveles de certificación LEED	30
Tabla 2 Distribución de certificaciones LEED en Colombia	30
Tabla 3. Número de iniciativas por línea de acción	33
Tabla 4. Generación de residuos de materiales asociados a la actividad	43
Tabla 5. Sistemas de ahorro de agua en Colombia	47
Tabla 6. Porcentaje de edificaciones con sistema de ahorro de energía en Colombia	48
Tabla 7 Tipos de sistemas de ahorro de energía en Colombia	49
Tabla 8 Sistemas de ahorro de energía en la ciudad de Bogotá	50
Tabla 9 Clasificación de los residuos de la construcción y demolición.	52

RESUMEN

En la presente monografía se analizan los conceptos de economía circular y construcciones sostenibles, en la cual se hace una caracterización de la situación actual del sector de la construcción en la ciudad de Bogotá, asimismo, se analizaron los principios básicos de la economía circular haciendo una identificación de las empresas constructoras que se encuentran involucradas en el tema, dando pautas para que cualquier empresa del sector cambie su modelo económico de lineal a circular, haciendo que el sector sea más competitivo ambientalmente.

PALABRAS CLAVE: Economía circular, economía lineal, sostenibilidad, empresas constructoras, medio ambiente, reciclar, reparar, reducir.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad es de suma importancia poder gestionar respuestas estratégicas para hacerle frente a los cambios del entorno; como bien se sabe, el sector de la construcción es uno de los que más recursos económicos genera, más impacto tiene en la sociedad y continua interacción con el medio ambiente, siendo su deber realizar prácticas responsables para su conservación.

Acorde a esto (Acevedo et al. 2012) afirman lo siguiente: El sector de la construcción es uno de los principales dinamizadores de la economía mundial y constituye una necesidad para el progreso y el desarrollo de la sociedad, razón por la cual no puede ser abolido a fin de suprimir la gran demanda de recursos y la elevada generación de residuos, en aras de la conservación ambiental. Esto da pie a la necesidad de innovar en la manera en que el ser humano construye, de tal manera que se creen dinámicas y procesos, que permitan la continuación de la práctica constructiva, pero con un enfoque que considere su papel en la preservación del ambiente.

Como bien se sabe, el mundo se encuentra en una transición entre la economía lineal y la económica circular, donde la primera tiene como principio: extraer - fabricar – consumir – tirar, lo cual genera grandes problemas para el medio ambiente, puesto que no permite cerrar el ciclo de vida de los materiales.

En cambio, la economía circular busca y pretende que todos los materiales y recursos perduren durante el mayor tiempo posible mediante su reutilización, reparación, restauración y reciclaje, reduciendo de esta manera la generación de residuos y completando el ciclo de vida de los materiales.

En la actualidad, a nivel global, la puesta en marcha de la economía circular según Ellen MacArthur Foundation, (s.f.) puede generar 3000 miles de millones de dólares anuales a la economía, de igual puede lograr una reducción en un 40% en la generación de gases efecto invernadero al 2050.

En Colombia, su puesta en marcha según Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (2018) puede generar 11.7 miles de millones de dólares anuales en ahorros en materiales y creación de nuevos negocios, asimismo puede crear entre 100 mil y un millón empleos formales (0.5-5% del total).

Según datos del Departamento Nacional de Planeación (2017) en la economía colombiana se consume casi 2 veces más materia prima que en países de la Organización para la

Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), en los cuales cada hectárea de tierra es aproximadamente 4 veces más productiva que en el país, a su vez en Colombia, los procesos productivos consumen en promedio casi 5 veces más agua que los países OCDE.

De igual manera, según Colombia productiva (s.f) la distribución de los materiales que son reciclables y que no se aprovechan corresponden a: “27% de chatarra, 65% de residuos orgánicos, 13% de celulosa y papel, 96% de residuos de construcción y demolición, 50% de plásticos, envases y empaques.” (pp. 8)

Por lo anterior, se hace necesario que el sector de la construcción se vuelva un sector ambientalmente sostenible y generar conciencia en los diferentes actores.

Según (Ding, 2008): “La construcción ha sido acusada de causar problemas ambientales que van desde el consumo excesivo de recursos globales tanto en términos de construcción y operación de edificios como a la contaminación del medio ambiente circundante” (pp. 460) es por ello que se crea la necesidad de generar prácticas que minimicen los impactos ambientales desde la formulación del proyecto hasta la ejecución del mismo, apuntándole a la economía circular.

De lo anterior se formula la siguiente pregunta: ¿cuáles son las características de la economía circular para su implementación en el sector de la construcción en las principales ciudades de Colombia?

2. JUSTIFICACIÓN

El sector de la construcción es uno de los principales actores, que contribuye en la contaminación del planeta, puesto que es un gran generador de desechos y consumidor de recursos; pese a su importancia en el crecimiento de los países se genera la necesidad de reducir sus impactos negativos en el medio ambiente. Según Degren (s.f) se puede considerar que el 80% de los impactos ambientales vinculados con el producto se determinan durante la fase de su propio diseño.

Por lo tanto, se hace necesario realizar un estudio sobre la implementación de una medida que permita disminuir los impactos ambientales producidos por el sector de la construcción, esta medida se basa en encaminar dicho sector a una economía circular, logrando una mayor eficiencia y eficacia a la preservación del medio ambiente.

Este estudio se propone como una estrategia para identificar como es la caracterización de la economía circular en el sector de la construcción en la ciudad de Bogotá, Colombia, contribuyendo de esta manera en los nuevos conocimientos en el campo de la construcción sostenible y sustentable y consecuentemente, generar conciencia al daño causado al medio ambiente.

3. OBJETIVOS

3.1.Objetivo General

Caracterizar la economía circular en el sector de la construcción mediante su análisis e implementación en la ciudad de Bogotá– Colombia, que permita identificar los factores que incrementan la sostenibilidad de las organizaciones.

3.2.Objetivos Específicos

Contextualizar la economía circular y su impacto en el sector de la construcción en la ciudad de Bogotá.

Analizar los principios básicos de la economía circular aplicados a empresas constructoras en la ciudad de Bogotá.

Determinar los factores específicos que agregan valor desde la economía circular a las empresas constructoras de la ciudad de Bogotá y que las pueden llevar a ser competitivamente sostenibles.

4. ANTECEDENTES

Dentro de los documentos técnicos requeridos para el desarrollo de este trabajo de grado se encuentra la implementación de la economía circular en diversos sectores a nivel internacional y nacional. A continuación, se mencionan:

Grandes empresas a nivel internacional han venido implementando la economía circular para alguno de sus procesos, dentro de las cuales se encuentran:

4.1. Olam

Esta empresa es una empresa líder en alimentos y agricultura, cuenta con sedes en Asia, Australia, este de África, Europa, Oriente Medio y África del Norte, Eurasia del norte, África del Sur, África occidental y central, América latina y Estados Unidos de América.

Esta empresa tiene una política de gestión integrada del recurso agua, para la cual posee la primera planta de agronegocios certificada por la Alliance for Water Stewardship (AWS, Alianza para la Gestión Sostenible del Agua), por gestionar el agua en forma sostenible tanto puertas adentro como puertas afuera de la compañía. Esto impulsó a los diferentes usuarios del recurso a integrarse en una asociación formal, destinada a abordar los desafíos hídricos que enfrentan las 300.000 personas que viven en la cuenca. Según Olam (2020) dentro de sus metas empresariales para finales del presente año “el 100% de las cadenas de suministro más importantes contarán con planes de Gestión del Recurso Agua, y el 100% de las operaciones directas de la empresa en zonas con alto riesgo hídrico estarán incluidas en un programa de gestión responsable del agua”

4.2. Lafarge Holcim

Este grupo empresarial a nivel España en el año 2018, empezó estrategias para ser una empresa referente en economía circular, acorde al Grupo Lafarge Holcim (s.f)

“coprocesamos los residuos utilizándolos como combustibles y materias primas minerales en el proceso de producción de cemento, aprovechando sus recursos

energéticos y minerales, y evitando su eliminación a través de vertederos o incineración, siendo esta una de las claves de la transición hacia una economía circular.”

La idea principal de esta empresa es el reaprovechar el valor de los residuos como recursos, consiguiendo así maximizar su ciclo de vida. Bajo la marca Geocycle, gestiona los residuos en más de 50 países de todo el mundo, realiza un pretratamiento de los residuos para así convertirlos en combustibles, el cual será utilizado en las fábricas de cemento en el proceso de producción de Clinker. (Grupo Lafarge Holcim, s.f).

En el consumo de materias primas alternativas entre el año 2017 comienza con el denominado reciclaje mineral, en el cual recupera todo el contenido mineral de los residuos de otras industrias las cuales sustituyen parte de las materias primas que se obtendrían de exploraciones mineras. (Grupo Lafarge Holcim, s.f)

En la protección del agua realiza la conversión de zonas de canteras en zonas de agua pluvial, a fin de reducir el riesgo de inundación, generar humedales, y aprovechar el agua de lluvia en España.

Asimismo, en 2017 se recuperaron 2.160 toneladas de residuos peligrosos y no peligrosos. En 2018, la cifra llegó a las 2.376 toneladas de residuos recuperados. (Lafarge Holcim, s.f.)

4.3.P&G (Procter & Gamble)

Esta empresa multinacional en los procesos tiene una política de reutilización del agua, puntualmente en una de sus plantas situadas en China reutilizo el 95% del agua para limpieza, lo cual redujo el consumo anual de agua en más de 60.000 metros cúbicos. Adicional a esto tiene unas metas de sostenibilidad denominadas Ambición 2030, dentro de las cuales se encuentran: Asegurar que el 90% de los empaques de productos sean reciclables para el año 2030, ya en el año 2018, el 86% de los empaques de P&G se consideran reciclables; para finales del año 2020 reducir las emisiones absolutas de GEI en un 30%, hasta el año 2018, se han reducido las emisiones en un 20%; para el año 2030 reducir el uso del agua en las plantas de manufactura en un 20% por unidad de producción, actualmente la reducción del agua utilizada en las plantas de manufactura de P&G se encuentra en un 24% por unidad de producción. (Procter & Gamble, 2020)

A nivel nacional, según el primer reporte de economía circular del Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE (agosto, 2020) se creó una mesa de información de economía circular – MIEC, la cual cuenta con la participación del ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, el ministerio de comercio, industria y turismo, ministerio de vivienda, ciudad y territorio, esta mesa nace con el fin de alimentar el Sistema de Información de Economía Circular – SIEC en la cual se dan datos relevantes a la economía circular en el país.

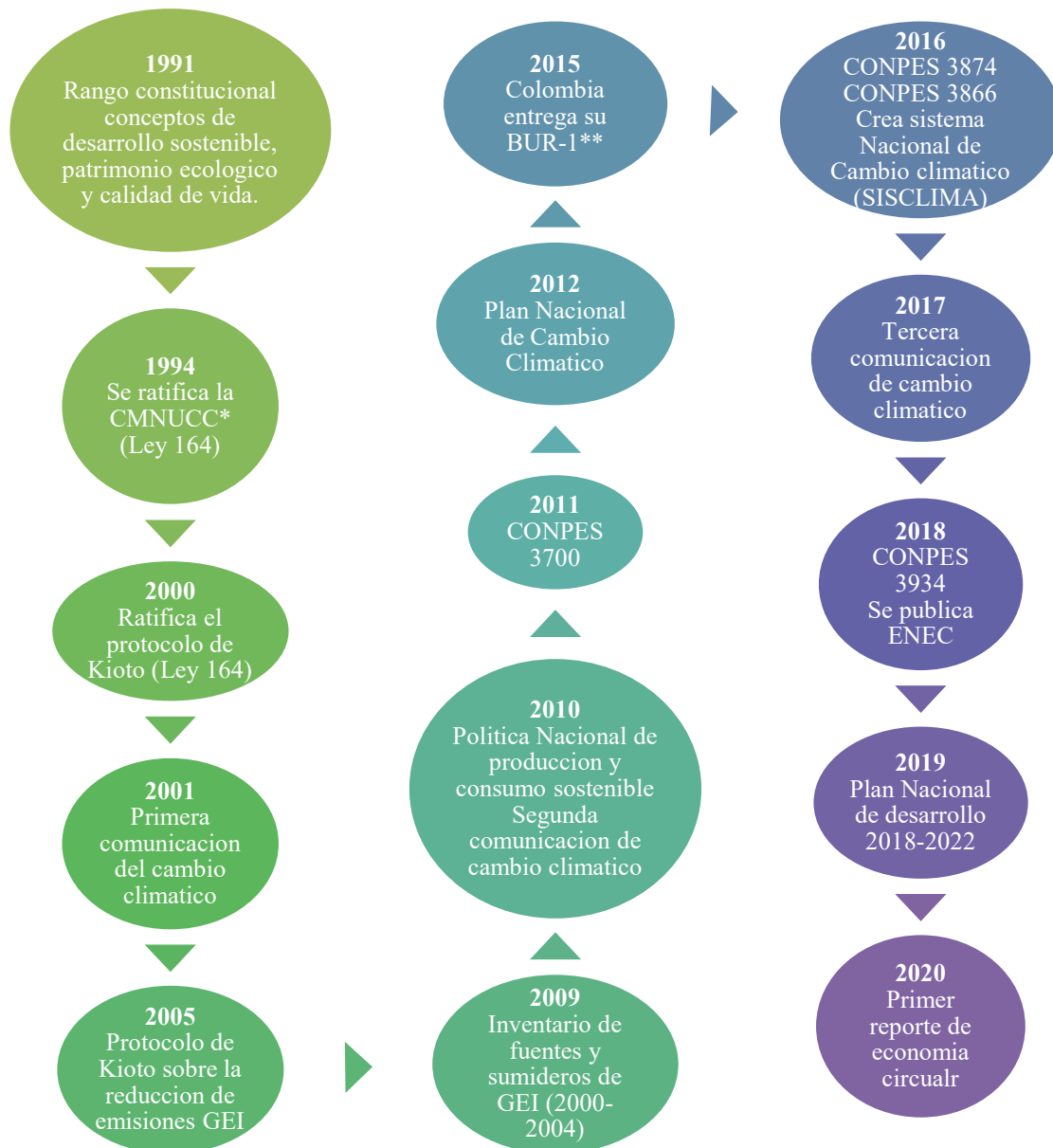
El SIEC se encarga principalmente de:

- Facilidad de acceso a la información de economía circular para consulta pública y toma de decisiones.
- Construcción y apropiación de conocimiento sobre el tema en el país.
- Consolidación de información estadística que producen las entidades privadas y públicas.

Esto nos lleva a revisar en Colombia el estado de la economía circular y las normas relacionadas a lo largo del tiempo (Ver figura 1)

Figura 1.

Colombia y su evolución a través de los años en economía circular



Nota. *CMNUCC - Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático

**BUR- Comunicación que envían los miembros de la CMNUCC, para dar información sobre i) el inventario de GEI; ii) las políticas, programas y planes que contienen medidas que faciliten la adecuada adaptación al cambio climático y de los programas de mitigación; y, iii) su contribución y participación en investigaciones, transferencia de tecnología para la adaptación y mitigación al cambio climático y sobre las acciones adelantadas y resultados obtenidos en relación con la educación, sensibilización y formación de públicos sobre cambio climático.

Tomado de Departamento Administrativo Nacional de Estadística -DANE (05 de agosto de 2020) *Economía circular. Primer reporte 2020*. (pp. 12) Recuperado de <https://bit.ly/3oemTQZ>

A pesar que Colombia tiene varias políticas y buenas ideas respecto al cuidado del medio ambiente y la importancia del cambio climático sus contribuciones en el área son muy pocas y sus conceptos son relativamente nuevos, mientras que varios países de Europa ya tienen una política de economía circular funcional, hasta el año 2020 Colombia empezó con esta. Su avance promete buenos resultados y esto son previstos para todos los sectores de la economía.

Una de las ciudades del país que es el pionero en implementar un sistema de gestión de la economía circular es la ciudad de Cali, la cual por medio de la Secretaría de Desarrollo Económico y el equipo de economía circular están trabajando en realizar el estudio de factibilidad para implementar un sistema de gestión en Economía Circular, el cual es financiado por el Sistema General de Regalías. Dicho proyecto se desarrolla en tres fases:

“La primera fase contempla un estudio de oferta y demanda de los residuos sólidos de la ciudad. Sobre esta fase la Secretaría de Desarrollo Económico espera medir el impacto económico que traería para la ciudad la implementación del sistema, el análisis de mercado de los materiales reciclables y el potencial de que se tiene para la generación de ingresos a partir de modelos de Economía Circular.

En la segunda fase del proyecto se realizará el diseño del Sistema que estará dividido en tres actividades:

- a) Aplicación de estudios y diseños de las alternativas para implementar un sistema de aprovechamiento de residuos sólidos, que identifique los procesos de recolección, transporte, las estaciones de clasificación intermedias y/o de disposición final y que se puedan articular hacia los sitios de transformación por parte de las empresas demandantes.
- b) Aplicación de estudio jurídico, administrativo, técnico y financiero que determine el mecanismo a través del cual el Municipio debería realizar la comercialización de los residuos sólidos aprovechados.
- c) Diseño del sistema de gestión de economía circular. “Aquí estableceremos todos los procesos y procedimientos que harán parte del sistema, como aquellos que se tienen que dar al interior de la administración distrital, las actividades que tienen ver con recicladores de oficio, los procesos comerciales por parte de las empresas que demandan los materiales reciclables, las empresas que producen servicios, entre otras”.

Finalmente, la tercera fase propone un modelo de innovación tecnológica para la Economía Circular.” (Alcaldía de Santiago de Cali, 2020)

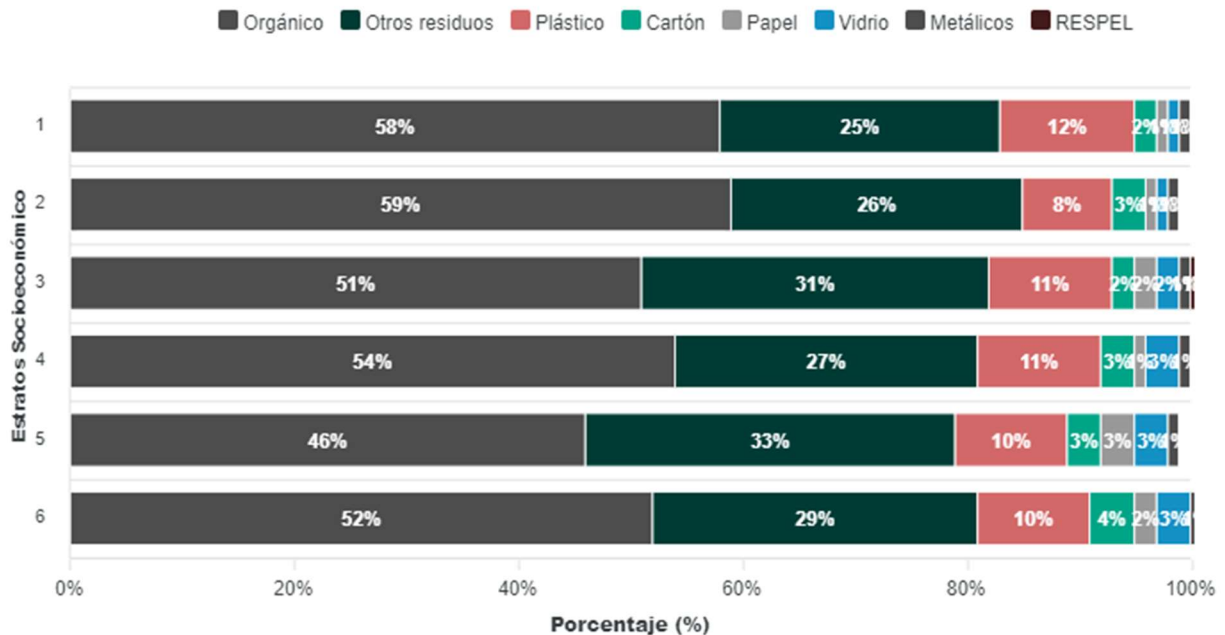
Esta iniciativa tiene como nombre Cali Circular- Repensando la ciudad, el cual es un modelo de gestión y desarrollo de la ciudad donde se busca fomentar la transición hacia la economía circular; el 24 de noviembre de 2020 tuvo lugar el foro Cali circular en el cual se arrojaron los primeros resultados de la iniciativa.

En el estudio de factibilidad se analizó el comportamiento de los residuos sólidos en la ciudad, para esta labor se encuestaron 424 recicladores de oficio, 52 empresas y 362 ciudadanos, en la cual se identificó que en Cali se está reciclando el 3,9% de los residuos sólidos y obtiene una ganancia de \$ 21.023.000 millones de pesos al año tan solo a través de la recuperación del papel, cartón, plástico y metales. Por ello se diseñó un sistema de recolección, transporte y disposición de los residuos sólidos aprovechables, mediante una aplicación y un sistema de información se propuso un modelo tecnológico donde la ciudadanía obtiene datos en tiempo real sobre el reciclaje en la ciudad. (Alcaldía de Santiago de Cali, 2020)

En dicha plataforma se puede interactuar como vendedor o comprador, cuenta con un mapa interactivo el cual muestra la gestión de los residuos sólidos dada esta en Kilogramo/Habitante día.

Figura 2

Caracterización de residuos



Nota. Caracterización de los residuos por porcentaje y estrato socio-económico de la ciudad de Cali. Tomado de Cali Circular. Repensando la ciudad (2021) *Datos Caleños* Recuperado el 27 de febrero de 2021 de <https://cali-circular-prueba.web.app/datos-calenos>

El la figura 2, se encuentra la caracterización de los residuos por porcentaje y estrato socio-económico de la ciudad de Cali, si se quiere profundizar en algún material solo basta con ingresar al aplicativo y allí se muestran las estadísticas y datos.

5. MARCO DE REFERENCIA

5.1. Marco Conceptual

5.1.1. *Construcción*

La palabra construcción viene del latín constructio, -ōnis. Cuyo significado es: “Acción y efecto de construir.” (Real Academia Española, s.f)

5.1.2. *Construir*

La palabra construir viene del latín construere. Cuyo significado es: “Hacer de nueva planta una obra de arquitectura o ingeniería, un monumento o en general cualquier obra pública.” (Real Academia Española, s.f)

5.1.3. *Construcción civil*

La construcción civil es definida por la Enciclopedia colaborativa en la red cubana [EcuRed], (s.f.) como el conjunto destinado a crear una nueva edificación o cualquier tipo de obra, así como los trabajos destinados a modificar la función, forma o dimensión original de las construcciones existentes. Los sectores que abarca la construcción civil son los siguientes: Residencial, comercial, industrial, institucional y obras horizontales.

5.1.4. *Reciclaje abierto*

Este tipo de reciclaje es aquel donde los residuos de cualquier tipo son utilizados en nuevos productos. Según (Ecología hoy, 2020) el reciclaje de circuito abierto es donde una amplia gama de tipos de productos se recicla, y vuelven en una amplia gama de productos de mercado específicos, y sirven a sus usos finales. En estos procesos se salva la ecología y la economía.

5.1.5. *Reciclaje cerrado*

En este reciclaje los productos dañados y desechados se rehacen en el mismo y regresan proporcionando un sustituto de alta calidad sin costos extra, para ello es necesario pre clasificar los residuos, un gran ejemplo de este tipo de reciclaje son las latas, estas son desechadas, pero no se manufacturan en un nuevo producto, sino que se adecuan a volver a ser una lata.

Se tienen varias ventajas empleando el reciclaje cerrado, como la reducción de costos puesto que se eliminan los costos de disposición final, así como los costos de compra de materiales, también la cantidad de desechos vertidos a los rellenos sanitarios. (Ecología hoy, 2020)

5.1.6. *Innovación*

La innovación según (Economipedia, 14 de noviembre 2019) “es un proceso que modifica elementos, ideas o protocolos ya existentes, mejorándolos o creando nuevos que impacten de manera favorable en el mercado.”

5.1.7. *Sostenibilidad*

El concepto de sostenibilidad para Acciona (2019) se basa en asegurar las necesidades presentes sin afectar a las futuras generación, es decir, no comprometer los recursos futuros. La sostenibilidad protege y promueve el uso racional de los recursos naturales, mostrando que ellos no son una fuente inagotable de recursos.

5.1.8. *Impacto ambiental*

Impacto ambiental según (Société Générale de Surveillance [SGS], s.f) “es la alteración o modificación del ambiente debido a la ejecución de un proyecto, que puede afectar la salud y el bienestar humano.” De igual manera, “se dice que hay impacto ambiental cuando una acción actividad natural o inducida causa daño, alteración, afectación o modificación a los recursos naturales de un sistema (ecosistema).” (pp.6-7)

Dicho impacto se genera desde la misma existencia del proyecto la cual provoca cambios en los usos del suelo, por la generación de residuos contaminantes y la sobre explotación de los recursos naturales renovables, en la figura 3 se evidencian algunos de estos impactos con su causa y efecto.

Figura 3.

Causas comunes del impacto ambiental.

	Causa	Efecto
Contaminación del agua	Vertidos industriales con sustancias tóxicas. Vertidos de aguas residuales. Vertidos a altas temperaturas.	Fuente de ruido, vibraciones, olores provenientes de diferentes actividades.
Contaminación del suelo	Deposición incontrolada de residuos. Fugas y accidentes.	Contaminación aguas subterráneas y superficiales. Pérdida biodiversidad.

Figura 3. (Continuación)

	Causa	Efecto
Agotamiento de recursos naturales	Consumo desmedido de recursos naturales (Materia prima, energía, agua, suelo).	Perdida biodiversidad. Agotamiento recursos. Contaminación. Deforestación.
Contaminación atmosférica	Fuentes de emisiones móviles (transporte). Fuentes de emisiones fijas (industria, hogares, vertederos...).	Reducción capa de ozono. Efecto invernadero. Lluvia ácida. Smog.
Efectos locales	Fuente de ruido, vibraciones, olores provenientes de diferentes actividades.	Desde molestias a daños irreversibles.

Nota. La figura enuncia las causas y efectos de los algunos impactos ambientales. Tomado de Ecolan Ingeniería y Consultoría Ambiental. (s.f). *Impacto ambiental. Causas comunes del impacto ambiental.* Recuperado el 27 de julio de 2020 de <https://www.ecolaningenieria.com/es/ingenieria-ambiental/impacto-ambiental.html>

5.1.9. Economía lineal

La economía lineal es interpretada según (knoow.net. 2015) como:

“Modelo económico seguido desde la Revolución Industrial, que tiene como principio base el deshecho de los productos tras su utilización. De acuerdo con este modelo, todos los productos tienen ciclo lineal, que es iniciado con la extracción de las materias primas, el procesamiento y transformación en productos, su distribución y venta, su utilización y, finalmente, su desecho como residuos.”

En la figura 4 se evidencia gráficamente cómo funciona la economía lineal.

Figura 4.

Economía lineal



Nota. La figura representa el proceso de la economía lineal. Tomado de Colombia productiva. Productividad, calidad, valor agregado (2020) [Diapositiva de PowerPoint].

Economía circular. <https://bit.ly/2RSCjOB>

5.1.10. Economía circular

La economía circular es concebida según (Ellen MacArthur Foundation. 2017) como:

“Una alternativa atractiva que busca redefinir qué es el crecimiento, con énfasis en los beneficios para toda la sociedad. Esto implica disociar la actividad económica del consumo de recursos finitos y eliminar los residuos del sistema desde el diseño. Respaldada por una transición a fuentes renovables de energía, el modelo circular crea capital económico, natural y social y se basa en tres principios: Eliminar residuos y contaminación desde el diseño, mantener productos y materiales en uso y regenerar sistemas naturales.”

Asimismo, según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE (agosto, 2020) la economía circular es “un sistema de producción y consumo que promueve la eficiencia en el uso de materiales, agua y energía; teniendo en cuenta la capacidad de recuperación de los ecosistemas y el uso circular de los flujos de materiales a través de la implementación de innovaciones tecnológicas, alianzas y colaboraciones entre actores, y el impulso de modelos de negocio que respondan a los fundamentos del desarrollo sostenible.”

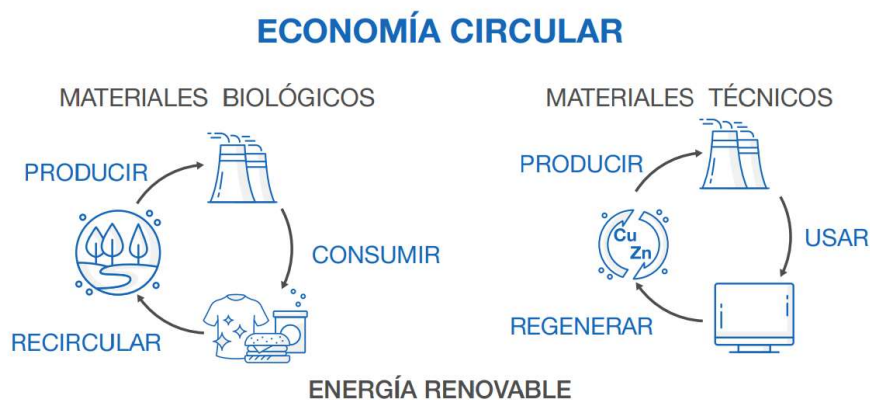
De igual manera (Acciona, 2018) dice que la economía circular se ve como un sistema donde se aprovechan los recursos y se tiene una reducción de los elementos, los principios de la economía circular se enmarcan en diez rasgos que definen como debe funcionar:

1. El residuo se convierte en recurso: siendo esta su principal característica, donde todo el material biodegradable o no, vuelve a la naturaleza o se reutiliza.
2. El segundo uso: volver a introducir a la economía aquellos productos que ya no suplen aquellas necesidades iniciales.
3. La reutilización: utilizar los residuos o algunas partes que todavía funcionen en nuevos productos.
4. La reparación: darle una segunda vida a aquellos productos que se encuentran deteriorados.
5. El reciclaje: utilizar aquellos materiales que se encuentran en los residuos.
6. La valorización: aprovechamiento energéticamente aquellos residuos que no se pueden reciclar.
7. Economía de la funcionalidad: al fin de la función principal del producto este vuelve a la empresa, la cual reutiliza las piezas válidas.
8. Energía de fuentes renovables: eliminación de combustibles fósiles para la producción, reutilización y reciclaje del producto.
9. La eco-concepción: desde la concepción del producto se contemplan los impactos ambientales a lo largo de su ciclo de vida.
10. La ecología industrial y territorial: modo de organización industrial en un mismo territorio optimizando los flujos de materiales, servicios y los stocks.

En la figura 5, se evidencia gráficamente cómo funciona la economía circular.

Figura 5.

Economía circular



Nota. La figura representa el ciclo de la economía circular. Tomado de Colombia productiva. Productividad, calidad, valor agregado (2020) [Diapositiva de PowerPoint]. *Economía circular.* <https://bit.ly/2RSCjOB>

Actualmente, los proyectos de construcción pueden ser evaluados y certificados ambientalmente para mostrar un marco de sostenibilidad de los mismos, esto se basa en parámetros como la eficiencia en el consumo energético, materiales y recursos, eficiencia en el uso del agua, calidad ambiental e innovación y diseño; esto es evaluado tanto en la fase de diseño como en la construcción, puesta en marcha y uso de la edificación.

5.1.11. Leadership in Energy & Environmental Design - LEED

La certificación mundialmente reconocida es la LEED (por sus siglas en inglés, Leadership in Energy & Environmental Design), según (Consejo Colombiano de Construcción Sostenible, 2016) las categorías de evaluación de proyectos LEED en Colombia son las siguientes:

- Proceso integrativo de diseño.
- Sitios sostenibles.
- Uso eficiente del agua.
- Energía y atmósfera.
- Calidad ambiental interior.
- Materiales y recursos.
- Innovación.
- Prioridad regional.

Dependiendo el puntaje obtenido se le da un nivel de certificación, ver figura 5, tabla 2.

Figura 6

Niveles de certificación LEED



Nota. La figura representa los niveles de la certificación LEED. Tomado de Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (2016) Programa LEED en Colombia. Recuperado el 13 de marzo de 2021 de <https://bit.ly/3fgo7XV>

Tabla 1*Niveles de certificación LEED*

Nivel de certificación	Puntos acumulados
Certificado	40-49
Silver	50-59
Gold	60-70
Platinum	80-110

Nota. La tabla muestra los puntos por niveles de la certificación LEED. Tomado de Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (2016) Programa LEED en Colombia. Recuperado el 13 de marzo de 2021 de <https://bit.ly/3fgo7XV>

Hasta el 31 de diciembre de 2018, Colombia cuenta con 151 certificaciones, distribuidas como se evidencia en la tabla 2.

Tabla 2*Distribución de certificaciones LEED en Colombia*

Nivel de certificación	Cantidad de Proyectos	Área (m2)
Platino	16	298.079
Oro	72	1.162.237
Plata	41	661.889
Certificado	22	192.211

Nota. La tabla muestra la cantidad de proyectos con certificación LEED en Colombia. Tomado de Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (2016) Programa LEED en Colombia. Recuperado el 13 de marzo de 2021 de <https://bit.ly/3fgo7XV>

5.1.12. Sello Ambiental Colombiano - SAC

A nivel nacional el ministerio de ambiente y desarrollo sostenible creó el sello ambiental colombiano – SAC y reglamento su uso mediante la resolución 1555 de 2005 en conjunto con el ministerio de comercio, industria y turismo, dicho sello se obtiene mediante una auditoría de certificación realizada por una organización independiente denominada “organismo de certificación”, después de ello se autoriza el uso del sello por un periodo de tres años y se

realizaran seguimientos periódicos del cumplimiento, así mismo, este puede ser renovado por un tiempo igual si se siguen cumpliendo con los criterios (Ministerio de Ambiente y desarrollo, 2021)

Un producto que tenga esta certificación debe tener las siguientes características:

- Hacer uso sostenible de los recursos naturales que emplea.
- Procesos de producción que involucran menos energía o hacen uso de fuentes de energía renovables.
- Considera aspectos de reciclabilidad, reutilización o biodegradabilidad.
- Materiales de empaque preferiblemente reciclables, reutilizables o biodegradables y en cantidades mínimas.
- Emplea tecnologías limpias o que generen un menor impacto relativo sobre el ambiente e indica a los consumidores las mejores formas sobre su disposición final.

Este sello opera mediante tres etapas, en la figura 7 se detalla cada etapa.

Figura 7

Etapas de operación del SAC



Nota. La figura representa las etapas de operación del Sello Ambiental Colombiano. Tomado de Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2021) *Sello Ambiental Colombiano*. Recuperado el 13 de marzo de 2021 de <https://bit.ly/33CWSks>

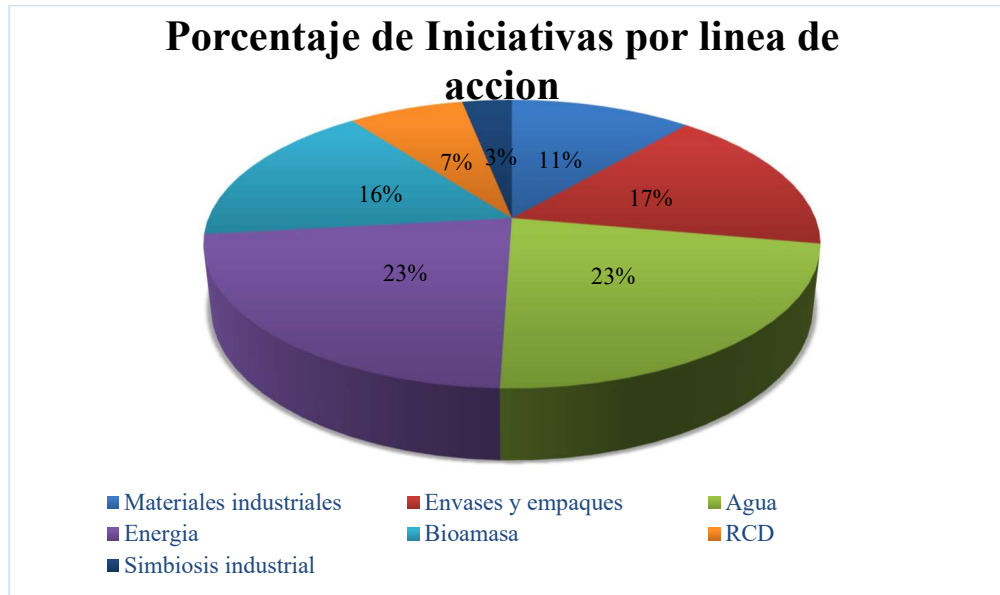
Actualmente 125 empresas colombianas tienen este sello y el país cuenta con 24 categorías con su Norma Técnica Colombiana – NTC, dentro de las cuales 10 son aplicadas al sector de la construcción, las cuales se enuncian a continuación:

- NTC 6100 - SAC Guadua Angustifolia. Etiquetas ambientales tipo I. Sello Ambiental Colombiano. Criterios ambientales para productos de primero y segundo grado de transformación de Guadua Angustifolia Kunth.
- NTC 6093 - SAC Prefabricados Concreto. Etiquetas ambientales tipo I. Sello Ambiental Colombiano. Criterios ambientales para prefabricados en concreto.
- NTC 6034 - SAC Elementos de Acero planos conformados en frío para uso en construcción. Etiquetas ambientales tipo I. Sello Ambiental Colombiano (SAC). Criterios ambientales para elementos de aceros planos conformados en frío para uso en construcción.
- NTC 6033 - SAC Ladrillos y Bloques de arcilla. Etiquetas ambientales tipo I. Sello Ambiental Colombiano (SAC). Criterios ambientales para ladrillos y bloques de arcilla.
- NTC 6024 - SAC Baldosas Cerámicas. Etiquetas ambientales tipo I. Sello Ambiental Colombiano (SAC). Criterios ambientales para baldosas cerámicas.
- NTC 6018 - SAC Pinturas y Materiales de recubrimiento. Etiquetas ambientales tipo I. Sello Ambiental Colombiano. Criterios ambientales para pinturas y materiales de recubrimiento.
- NTC 5871 - SAC Accesorios de suministro en fontanería. Etiquetas ambientales tipo I. Sello Ambiental Colombiano. Criterios ambientales para accesorios de suministro en fontanería.
- NTC 5757 - SAC Aparatos sanitarios de alta eficiencia. Etiquetas ambientales tipo I. Sello Ambiental Colombiano. Criterios ambientales para aparatos sanitarios de alta eficiencia.
- NTC 5720 - SAC Tableros y celdas para alojar equipos eléctricos y electrónicos de baja y media tensión. Etiquetas ambientales tipo I. Sello Ambiental Colombiano. Criterios ambientales de tableros y celdas para alojar equipos eléctricos y electrónicos de baja y media tensión.
- NTC 6112, Criterios Ambientales para Diseño y construcción de edificaciones sostenibles para uso diferente a vivienda.

En el portafolio de iniciativas en Colombia de economía circular se han identificado para el año 2020 más de 90 iniciativas distribuidas en la figura 8 y tabla 3.

Figura 8

Porcentaje de iniciativas por línea de acción



Nota. La figura representa el porcentaje de iniciativas ENEC por línea de acción. Tomado de Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Febrero 2020) *Metas de la estrategia nacional de economía circular - ENEC* Recuperado el 13 de marzo de 2021 de <https://bit.ly/3hoiNEz>

Tabla 3.

Número de iniciativas por línea de acción

Líneas de Acción	Numero de iniciativas
Materiales Industriales	11
Envases y Empaques	16
Agua	22
Energía	22
Biomasa	16
RCD	7
Simbiosis Industrial	3
Total	97

Nota. La tabla representa el número de iniciativas ENEC por línea de acción. Tomado de Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Febrero 2020) *Metas de la estrategia nacional de economía circular - ENEC* Recuperado el 13 de marzo de 2021 de <https://bit.ly/3hoiNEz>

Se puede evidenciar, que a pesar que existen varias maneras para estar en el mundo de la economía circular el sector de la construcción no está aprovechando de la mejor manera los residuos y que son muy pocas las empresas las que están en estas dos formas de certificación de la sostenibilidad.

5.1.13. CASA Colombia

Adicional a las certificaciones enunciadas anteriormente (LEED y el SAC), está el sistema de certificación CASA Colombia el cual es exclusivo para vivienda, se enfoca en las personas y su calidad de vida, tiene dos esquemas de certificación, uno es aplicable a proyectos de vivienda nueva no VIS que es CASA 2.0 y el otro a proyectos nuevos VIS, CASA VIS; su proceso de certificación se basa en un sistema de puntos distribuidos en siete (7) categorías. (Ver Figura 9) (Consejo Colombiano de Construcción Sostenible, s.f)

En este orden de ideas y dependiendo la cantidad de puntos obtenidos en las categorías de calificación, el proyecto contara con un nivel de sostenibilidad el cual se representa con estrellas, donde el máximo de estrellas es cinco (5) dando un puntaje excepcional y el mínimo uno (1) donde es bueno. Para cada vivienda solo es posible obtener una calificación y tiene el beneficio de acceder a beneficios tributarios de la resolución 463 de 2018. (Consejo Colombiano de Construcción Sostenible, s.f)

Figura 9

Categorías de clasificación CASA Colombia



Nota. La figura muestra las categorías de clasificación CASA. Tomado de Consejo Colombiano de Construcción Sostenible. (s.f) *CASA Colombia. La vivienda sostenible es una realidad.* Recuperado del 9 de marzo de 2021 de <https://www.cccs.org.co/wp/casa-colombia/>

5.1.14. Programa Building Energy Efficiency Accelerator (Programa BEA)

El Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (s.f), enuncia que el fin de este programa es “implementar un plan de acción para mejorar la eficiencia energética de la ciudad, aumentar su resiliencia al cambio climático y reducir la huella urbana para el año 2030, en alineación con los compromisos suscritos en el Acuerdo de París y los Objetivos de Desarrollo Sostenible.” la ciudad de Bogotá desde el año 2016, se encuentra dentro de las veintiocho (28) ciudades que están desarrollando dicho programa y una de las seis (6) ciudades a nivel global que se encuentra en el programa que dirige el World Resources Institute (WRI). (Secretaría distrital de Planeación, 2017)

5.2. Marco Legal

Actualmente Colombia ha venido evolucionando en las políticas ambientales, las cuales han pasado de estar encaminadas exclusivamente a la protección de los recursos naturales a difundir la sostenibilidad como un factor fundamental para intensificar la competitividad del país. A continuación, se enuncian las normas y/o leyes que rigen en Colombia y sirven para contextualizar en el presente trabajo de grado:

5.2.1. Plan nacional de desarrollo 2018-2022

Este plan fomenta la economía circular en los procesos productivos. Pretende implementar la estrategia nacional de economía circular para aumentar el reciclaje de residuos, el reúso del agua y la eficiencia energética, de igual manera una de sus metas es reducir las emisiones de gases efecto invernadero en 36 millones de tCO₂eq.

5.2.2. Política nacional de crecimiento verde

Esta política da las Bases para crear una hoja de ruta de Economía Circular en el país.

5.2.3. Estrategia nacional de economía circular

Esta estrategia pretende dar mayor valor agregado de los sistemas de producción y consumo a través de estrategias de Economía Circular. Las líneas priorizadas son las siguientes:

- Materiales y productos industriales, dentro del cual se encuentran los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, gestión posconsumo de residuos peligrosos y especiales.
- Materiales e envases y empaques.
- Optimización y aprovechamiento de biomasa.
- Circulación del agua.
- Fuentes y aprovechamiento de energía.

- Materiales de construcción.

5.2.4. Ley 1715 de 2014

Fomenta a la eficiencia energética y uso de fuentes no convencionales de energía

5.2.5. Resolución 1207 de 2014

Fomenta a la reutilización del agua.

5.2.6. Resolución 0472 de 2017

Por la cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de construcción y demolición – RCD. Asimismo, esta norma brinda lineamientos para el aprovechamiento y disposición final de los RCD.

5.2.7. Resolución 1407 de 2018

Responsabilidad Extendida del Productor para envases y empaques. Reglamentación de programa REP para envases y empaques, que exige a la cadena gestión y aprovechamiento efectivos de material puesto en el mercado, así como cumplimiento de metas de aprovechamiento.

6. DISEÑO METODOLÓGICO

6.1. Enfoque De La Investigación

El enfoque de este trabajo de grado es cualitativo, ya que la recolección y el análisis de datos es la base para dar argumentos para aprobar o desaprobar las diferentes hipótesis establecidas, además por medio de estos poder proporcionar una respuesta a la pregunta de investigación y dar cumplimiento con los objetivos establecidos.

6.2. Tipo De La Investigación

El tipo de investigación a trabajar es descriptivo, puesto que se caracterizará un evento dentro de un contexto en particular y cuyo fin es presentar el estado del problema de la investigación.

6.3. Fases De La Investigación

6.3.1. Fase I: Contexto actual de la economía circular en el sector de la construcción en la ciudad de Bogotá.

- Contextualización de la economía circular en el sector de la construcción.

6.3.2. Fase II: Principios de la economía circular aplicados a empresas constructoras en la ciudad de Bogotá.

- Identificación y reconocimiento de los principios de la economía circular.
- Observación y análisis del comportamiento de las empresas constructoras de Bogotá frente a los principios de la economía circular.

6.3.3. Fase III: Factores específicos que agregan valor desde la economía circular a las empresas constructoras.

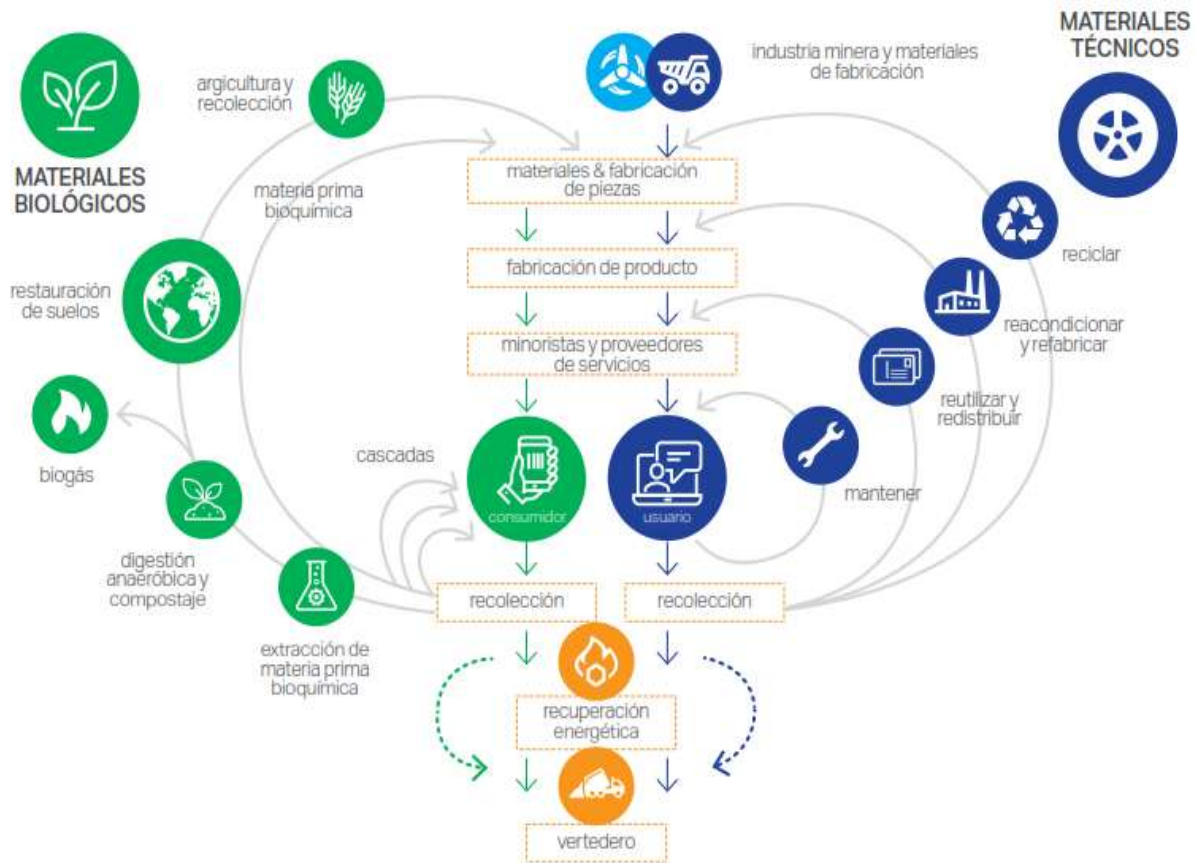
- Identificación de los factores más relevante de la economía circular en las empresas constructoras.
- Recomendaciones técnicas para la implementación de la economía circular en las empresas constructoras.

7. CONTEXTO ACTUAL DE LA ECONOMÍA CIRCULAR EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ

El principal objetivo de la economía circular es retener el mayor valor posible a los materiales, creando un sistema que permita reutilizar, optimizar desde la fuente, remanufacturar y reciclar, como se evidencia en la figura 10 todos los componentes de un producto desde su extracción son utilizados y se completa el ciclo de vida del mismo, disminuyendo los residuos y garantizando una disposición final adecuada.

Figura 10.

Esquema de la economía circular



Nota. La figura representa el ciclo de la economía circular. Tomado de Ellen MacArthur Foundation (2013). *Towards the Circular Economy: Economic and business rational for an accelerated transition*. Recuperado el 08 de julio de 2020 de <https://bit.ly/3y9gUBx>

La situación actual del mundo lleva a tener la necesidad de adoptar un sistema económico sostenible es allí, donde entra la economía circular como una estrategia para el desarrollo económico sostenible mundial, persiguiendo los siguientes objetivos:

- Minimizar la extracción de recursos vírgenes: utilizando materias primas desechadas se reincorporan los materiales y los productos haciendo que no sea necesaria la extracción de recursos de la naturaleza.
- Optimizar el uso de recursos como agua, materiales y energía: se busca eficiencia en todos los niveles utilizando la menor cantidad de los recursos obteniendo el mayor rendimiento posible.
- Prevenir la generación de externalidades negativas: disminución y gestión adecuada desde la generación de residuos hasta las emisiones.
- Promover y aumentar la resiliencia del sistema: teniendo un sistema autosuficiente, disminuyendo el uso de combustibles fósiles y la dependencia de materias primas.

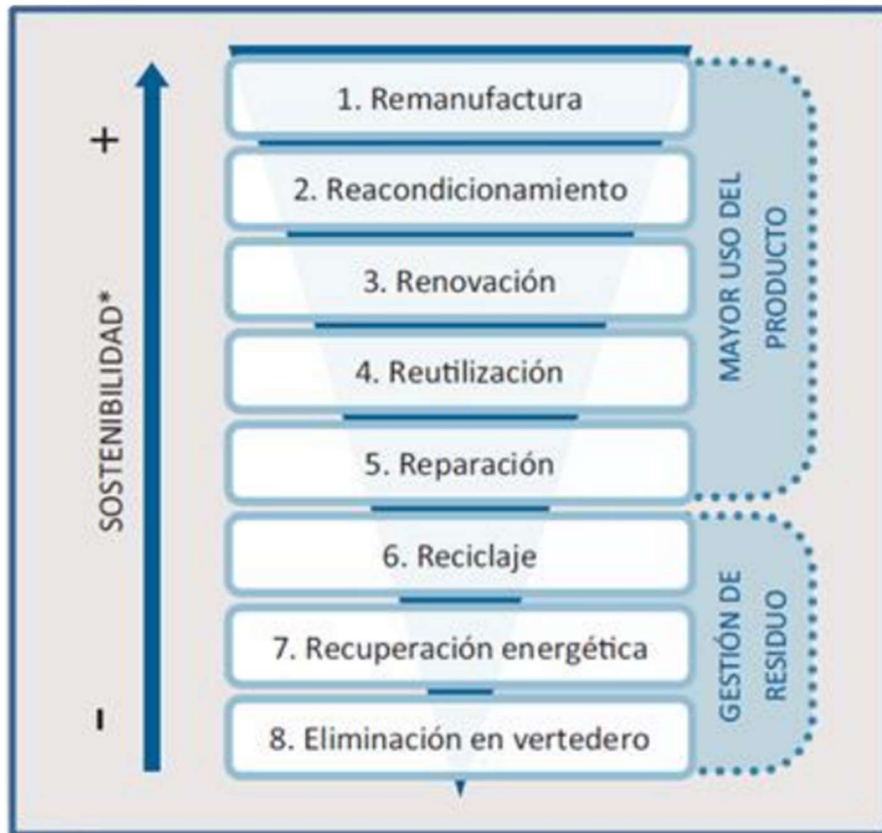
Como se dijo anteriormente, en la figura 4 los productos son procesados para su recuperación y posterior reintroducción al sistema, de esta manera se trabaja en los objetivos mencionados anteriormente.

La aplicación del concepto data de finales de la década de los 70 y aunque su origen depende del tiempo, este ha ido evolucionando a lo largo de los años, alguno de sus enfoques es conocidos como bio-mimetismo, “cradle to cradle” (de la cuna a la cuna), ecología industrial o “blue economy” entre otros. (Balboa y Domínguez, 2014)

Para realizar la transición de una economía lineal a una circular es necesario cambios en todas las fases del sistema, desde el modelo de negocios que se maneja actualmente, pasando por mejoras en los procesos de producción hasta la evolución de la tecnología. Es por ello, que se han desarrollado diferentes procesos en función de la sostenibilidad como se muestra en la figura 11, en la cual se priorizan los procesos desde la gestión del residuo hasta el mayor uso del producto. La sostenibilidad se establece teniendo en cuenta el consumo de energía de cada uno de los tratamientos, la necesidad de transporte e infraestructuras, la ocupación de terreno, la emisión de elementos contaminantes e inversión necesaria de capital (Ihobe, 2017).

Figura 11

Procesos en función de la sostenibilidad



Nota. La figura representa los procesos en función de la sostenibilidad. Tomado de Ihobe, Sociedad Pública de Gestión Ambiental. Dpto. de Medio Ambiente y Política Territorial (01 de noviembre de 2019) *Guía para la promoción de la economía circular desde el ámbito local* Recuperado el 1 de abril de 2021 de <https://bit.ly/3w8pJKd>

La estreches de la relación de la economía circular con el medio ambiente viene desde la minimización de la extracción de las materias primas y su dependencia hacia ellas hasta la disminución de desechos vertidos en los rellenos sanitarios. Cerrar el ciclo de vida de los productos se vuelve una prioridad, es así que al finalizar su ciclo se debe reciclar o gestionar los residuos, si se toma la primera opción se piensa en un reciclaje abierto o en un reciclaje cerrado y en la segunda se da una adecuada disposición del residuo. (Ihobe, 2017). En la figura 12 se enfatizan algunas de las estrategias para aplicar según la etapa en el ciclo de vida del producto.

Figura 12

Estrategias para la sostenibilidad de un producto según la etapa en el ciclo de vida del mismo



Nota. La figura muestra las estrategias de un producto para la sostenibilidad. Tomado de Ihobe, Sociedad Pública de Gestión Ambiental. Dpto. de Medio Ambiente y Política Territorial (01 de noviembre de 2019) *Guía para la promoción de la economía circular desde el ámbito local* Recuperado el 1 de abril de 2021 de <https://bit.ly/3w8pJKd>

El consumo de materiales para la construcción en el 2013 en Colombia fue de 2,28 Kg para producir un dólar de PIB (Departamento Nacional de Planeación - Fundación para la Educación Superior y el Desarrollo - Global Green Growth Institute - Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente [DNP, Fedesarrollo, GGGI y PNUMA], 2017) esto significa que se emplearon 2,8 veces más materiales que el promedio de la Organización para la cooperación y el desarrollo económicos (OCDE) en los procesos productivos. (pp. 22-25), en la figura 13 se encuentra el resumen de las ventajas de Colombia para el crecimiento eficiente en el uso de recursos.

Figura 13.

Resumen de las ventajas para Colombia para la trayectoria crecimiento eficiente en el uso de recursos

Indicador	Ventajas de Colombia respecto a los grupos de países			
	IMA	LAC	OCDE	AP
Intensidad Energética	✓	✓	✓	✓
Perdidas de energía	✓	✓	X	X
Intensidad en el consumo de materiales	✓	✓	X	✓
Productividad del agua dulce	X	X	X	✓
Generación de residuos	X	✓	X	X
Tasa de reciclaje	✓	✓	X	✓
Productividad del suelo	X	X	X	X
Productividad del trabajo	X	X	X	X
Desempeño logístico	X	X	X	X
Disposición tecnología	X	✓	X	X

Nota. Donde: IMA: Países con el mismo nivel de ingreso

LAC: América Latina y el caribe

OCDE: Países de la Organización para la cooperación y el desarrollo económicos

AP: Alianza del pacífico

Tomado de Departamento Nacional de Planeación - Fundación para la Educación Superior y el Desarrollo - Global Green Growth Institute - Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2017) *Evaluación de Potencial de Crecimiento Verde (EPCV) para Colombia. Dialogo para la identificación del potencial de crecimiento verde.* <https://bit.ly/2R9FJge>

Esto nos hace ver que se debe hacer la transición hacia la economía circular que impacte a la productividad con un uso eficiente de los materiales, reduciendo su impacto ambiental y completando el ciclo de vida de los materiales. Por esta razón, el país con el ministerio de ambiente y desarrollo sostenible creó la estrategia Nacional de Economía Circular- ENEC junto con Política nacional de crecimiento verde, estas buscan una nueva cultura, así como nuevos

modelos de negocio para la transformación productiva y el cierre del ciclo de vida de los materiales.

Como base al estudio para la política de crecimiento verde, se tomaron el análisis de materiales para ver su comportamiento en la economía y en la generación de residuos, dando como resultado que la mayor generación de residuos se encuentra asociada a los biomateriales, seguido del concreto y el cemento lo cual se evidencia en la tabla 4.

Tabla 4.
Generación de residuos de materiales asociados a la actividad

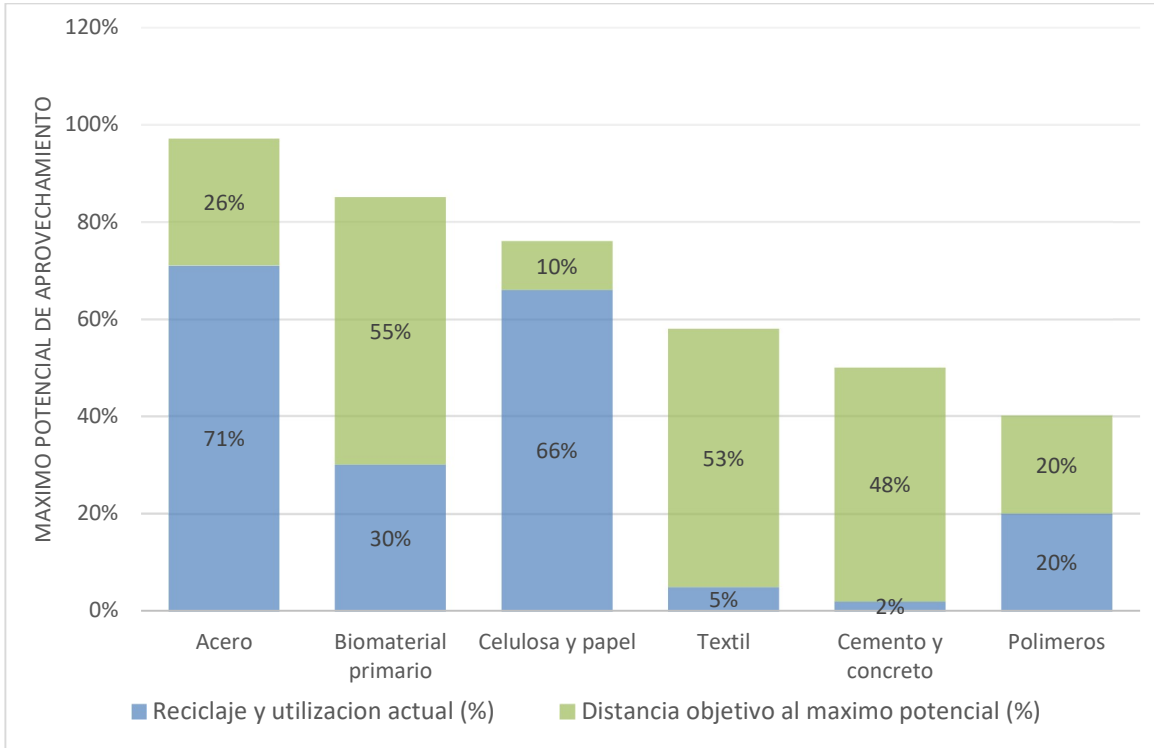
Material	Tipo de residuo asociado a la actividad	Generación (Ton/Año)
Biomaterial (Azúcar)	Bagazo, cachaza, melote, tusa, fibra	21.341.711
Cemento, Concreto	Residuos de construcción y demolición	17.381.248
Polímeros	Plásticos	1.408.779
Metales	Escorias, cascarilla, chatarra	1.321.000
Celulosa	Papel y cartón: fibras de celulosa, lodos de depuración y destintado y licores negros.	916.380
Textil	Textiles	1.836

Nota. La tabla representa la cantidad de generación de residuos por material. Tomado de Departamento Nacional de Planeación (2019) *Misión de crecimiento verde. Documento síntesis de los resultados de estudios técnicos.* <https://bit.ly/2SJeqtn>

El potencial de aprovechamiento según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) se evidencia en la figura 14, donde se da un contraste con la tasa de reciclaje y su recuperación actual.

Figura 14

Máximo potencial de aprovechamiento de los materiales



Nota. La figura muestra el potencial de aprovechamiento de los materiales Tomado de Departamento Nacional de Planeación (2019) *Misión de crecimiento verde. Documento síntesis de los resultados de estudios técnicos.* <https://bit.ly/2SJeqtn>

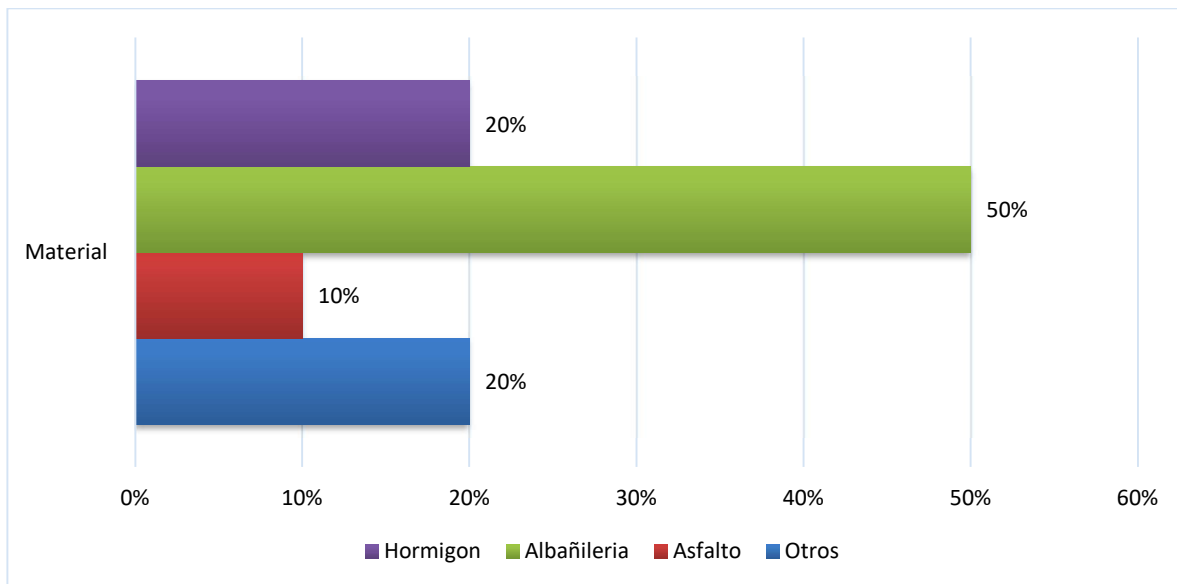
Lo ideal es que cada uno de los materiales anteriormente expuestos lleguen a su máximo potencial de aprovechamiento, el reto más grande es para el concreto y el cemento en los cuales el porcentaje actual de reciclaje y utilización es el 2% siendo el máximo el 50%. Estando en cifras vale la pena resaltar que en Colombia según datos del Departamento Nacional de planeación (2019) el porcentaje de material reciclable que aún no se aprovecha corresponde a 27% Chatarra, 65% residuos orgánicos, 50% plásticos, envases y empaque y un 96% residuos de la construcción y demolición. Es por ello que el sector de la construcción es aquel sector que mayor potencial tiene en la economía circular; el análisis del ciclo de vida de los materiales a emplear es una buena herramienta para llevar al sector a la sostenibilidad, este análisis se basa en la definición y delimitación del sistema, la cuantificación de la entrada y salida de materia y energía, que generan impacto en el medio ambiente y la evaluación de dichos impactos. Asimismo, realiza la interpretación donde se hacen las conclusiones y las recomendaciones

acerca de las fases del producto donde el impacto ambiental es más crítico y, por tanto, que puntos del sistema son susceptibles a mejorarse. (Romero, 2003)

Para el caso de los residuos de construcción y demolición – RCD, tan solo el 2% es aprovechado, esto se debe al desconocimiento y que en las obras se les da una mala disposición a estos residuos, según datos del DANE, 2020 el 30% es dispuesto de forma ilegal y el 2% que es aprovechado se debe a que las empresas que lo realizan lo hacen por una cultura empresarial o porque cuentan con la información para caracterizar los residuos. En la figura 15 se encuentra una caracterización de los principales residuos de construcción y demolición y el porcentaje que es desechado de dicho material.

Figura 15

Residuos de construcción y demolición – RCD (25 MM T/año)

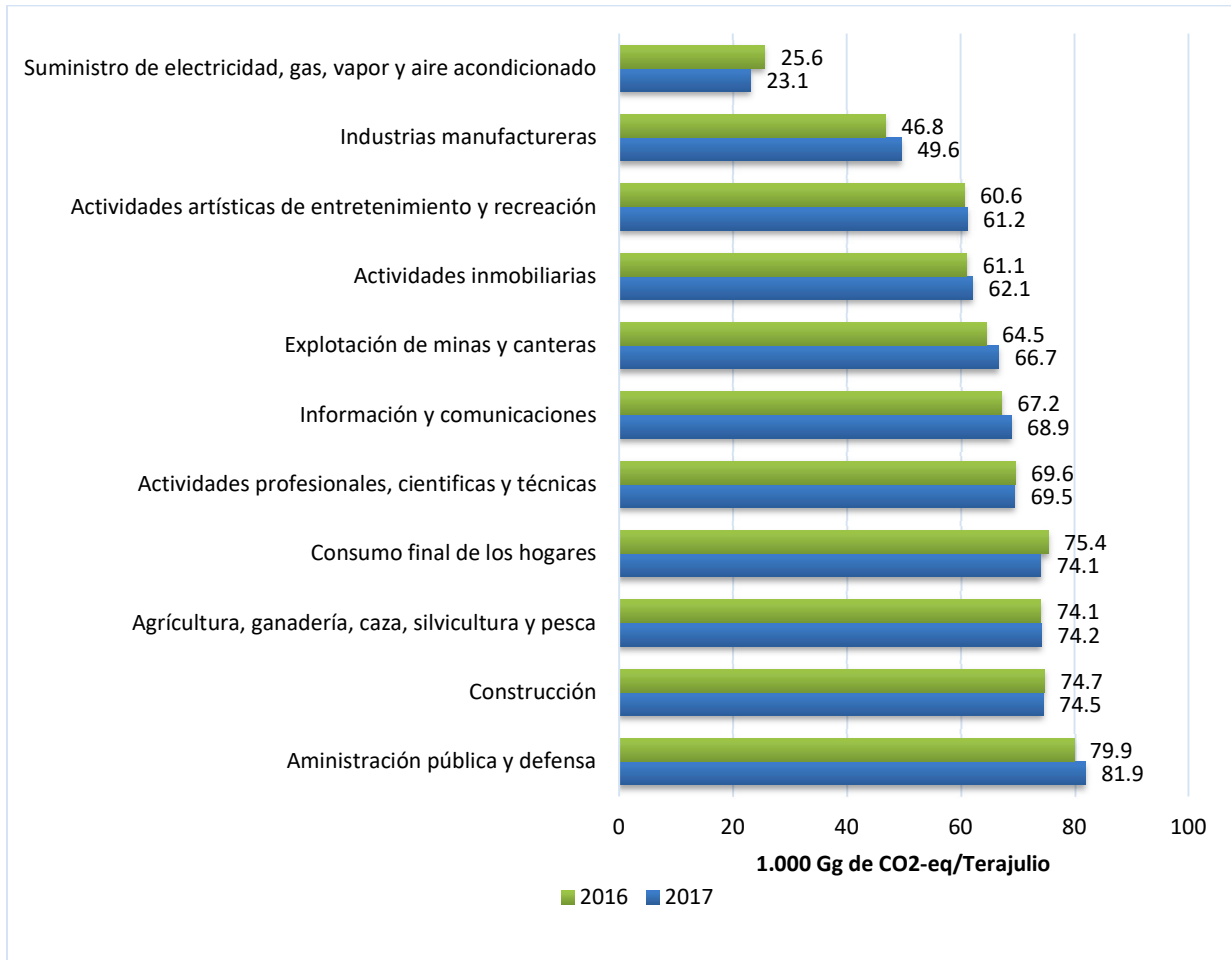


Nota. La figura representa el porcentaje de RCD. Tomado de Romero, B, 2003. *El análisis del ciclo de vida y la gestión ambiental*. Recuperado el 27 de julio de 2020 de <http://www.iie.org.mx/boletin032003/tend.pdf>

En materia de emisiones de gases de efecto invernadero – GEI generadas por algunos sectores en Colombia en los años 2016 - 2017, el panorama se encuentra de la siguiente manera (Ver figura 14), según el DANE: “De un total de 133.615,8 Gigagramos (Gg) de Dióxido de Carbono (CO₂) equivalente (eq), el 81% (108.248,6 Gg de CO₂-eq) fue generado por el total de las actividades económicas y el 19% (25.367,2 Gg de CO₂-eq) por los hogares.” (p.39)

Figura 16

Emisiones de GEI generadas por unidad de energía consumida total nacional 2016-2017



Nota. La figura muestra las emisiones de GEI Adaptado de Departamento Administrativo Nacional de Estadística -DANE (05 de agosto de 2020) *Economía circular. Primer reporte 2020*. Recuperado el 7 de febrero de 2021 de <https://bit.ly/3hkoyTP>

Según resultados de un estudio realizado por la UPME en 2018, el sector de la construcción “a pesar del dinamismo que puede dar a la economía, consume cada vez más recursos naturales no renovables (60%) y el 40% de la energía del país, genera el 30% de las emisiones de CO2 y residuos que superan el 20% del total de materiales utilizados en el desarrollo de las obras de construcción.” Es por ello que el DANE ha venido implementando el Censo de Edificaciones – CEED con el fin de trimestralmente determinar estadísticamente el estado de las edificaciones del país, en el tercer trimestre del año 2019 se implementaron temáticas de edificaciones sostenibles.

Una de ellas es el sistema de ahorro de agua, DANE 2020, (Ver Tabla 5) en la cual se evidencia que el 37,1% de las edificaciones nuevas cuentan con algún sistema de ahorro de agua, en el cual el principal sistema son los accesorios de ahorro de agua.

Tabla 5.

Sistemas de ahorro de agua en Colombia

		Trimestre		
		2019 - III	2019 - IV	2020 - I
Sistemas de ahorro de agua	Accesorios de ahorro de agua	322	203	192
	Recolección y utilización de agua lluvia	125	29	16
	Tratamiento de aguas residuales y reciclaje de agua	101	29	6
	Jardinería exterior eficiente	79	33	23
	Sub-medición de agua	18	9	5
	Tanque de filtración de agua	30	5	3
	Otros sistemas de ahorro de agua	33	15	4
	Ninguno	526	505	348
Total, edificaciones que tienen algún sistema de ahorro de agua	Cantidad	424	237	205
	Área (m2)	1.550.420	830.917	646.240

Tabla 5. (Continuación)

		Trimestre		
		2019 - III	2019 - IV	2020 - I
Total, de edificaciones	Cantidad	950	742	553
	Área (m2)	2.993.056	2.595.946	2.114.435
Porcentaje de edificaciones con sistemas de ahorro de agua		44,6%	31,9%	37,1%

Nota. La tabla muestra la cantidad de sistemas de ahorro de agua en Colombia. Adaptado de Departamento Administrativo Nacional de Estadística -DANE (05 de agosto de 2020) *Economía circular. Primer reporte 2020*. Recuperado el 7 de febrero de 2021 de <https://bit.ly/3hkoyTP>

El sistema de ahorro de energía el DANE 2020, en la cual se muestra el porcentaje de Edificaciones con sistema de ahorro de energía en Colombia (Ver tabla 6) en la cual se identifican el total de edificaciones que tienen un sistema de ahorro de energía en Colombia entre los dos últimos trimestres del año 2019 y primer trimestre del 2020 (datos fueron actualizados en 5 de agosto de 2020), vale la pena aclarar que en una edificación se pueden encontrar uno o más sistemas de ahorro de energía, dichos sistemas se evidencian en la Tabla 7. Asimismo, en la tabla 8 se analizan los sistemas de ahorro de energía en la ciudad de Bogotá durante el mismo periodo.

Tabla 6.

Porcentaje de edificaciones con sistema de ahorro de energía en Colombia

Trimestre	Total, edificaciones que tienen algún sistema de ahorro de energía		Total, de edificaciones		Porcentaje de edificaciones con sistema de ahorro de energía
	Cantidad	Área	Cantidad	Área	
2019 - III	481.0	1,729,517	950.0	2,993,056	50.6
2019 - IV	280.0	1,615,450	742.0	2,595,946	37.7
2020 - I	273.0	792,134	553.0	2,114,435	49.4

Nota. La tabla evidencia los porcentajes de edificaciones que cuentan con un sistema de ahorro de energía en Colombia. Adaptado de Departamento Administrativo Nacional de Estadística -DANE (05 de agosto de 2020) *Economía circular. Primer reporte 2020*. Recuperado el 7 de febrero de 2021 de <https://bit.ly/3hkoyTP>

Tabla 7*Tipos de sistemas de ahorro de energía en Colombia*

Sistema de Ahorro de energía	Trimestre		
	2019 - III	2019 - IV	2020 - I
Relación ventana / pared	185.0	121	152.0
Ventilación natural	360.0	228	248.0
Iluminación natural	327.0	214	222.0
Valor U de vidrio, muro o cubierta	14.0	22	8.0
Pintura atérmica en cubierta y/o pared	39.0	18	16.0
Sistemas de iluminación eficiente	157.0	83	55.0
Sombreamiento vertical u horizontal	22.0	38	12.0
Techos y/o muros verdes	10	10	4
Controles de iluminación interior y exterior	86.0	59.0	45.0
VSD en bombas y/o torres de enfriamiento	16	3	6
Ascensores y escaleras eficientes	72.0	36.0	36.0
Ninguno	469	462	280

Nota. La tabla muestra la cantidad de edificios con algún sistema de ahorro de energía en Colombia. Adaptado de Departamento Administrativo Nacional de Estadística -DANE (05 de agosto de 2020) *Economía circular. Primer reporte 2020*. Recuperado el 7 de febrero de 2021 de <https://bit.ly/3hkoyTP>

En la ciudad de Bogotá se ha venido generando una conciencia respecto al uso de sistemas de ahorro de energía, dichos sistemas vienen desde la relación ventana/pared hasta la

implementación de escaleras y ascensores eficientes, si bien en estos datos se tiene información de edificio con uno o más sistemas, el panorama en general es positivo y se evidencia que cada vez más empresas le apuntan al ahorro energético.

Tabla 8

Sistemas de ahorro de energía en la ciudad de Bogotá

Trimestre	Sistema de ahorro de energía		
	Relación ventana/pared	Ventilación natural	Otros sistemas especificados en la Tabla 7
2019 – III	24	39	147
2019 – IV	22	25	68
2020 – I	12	13	20

Nota. La tabla muestra la cantidad de edificios con sistema de ahorro de energía en Bogotá Adaptado de Departamento Administrativo Nacional de Estadística -DANE (05 de agosto de 2020) *Economía circular. Primer reporte 2020*. Recuperado el 7 de febrero de 2021 de <https://bit.ly/3hkoyTP>

Actualmente en Colombia lo que se busca es innovar en la tecnología con cinco (5) tipologías para que las empresas pueden empezar a realizar la transición hacia la economía circular, con:

- **Modelos circulares:** en el cual se buscan materiales sustitutos para la producción del cemento, también se reúsan los materiales producto de las excavaciones.
- **Modelos de plataforma:** Se realiza con sistemas de información geográfica, donde se facilite la simbiosis empresarial.
- **Modelos de valoración de residuos:** con el aprovechamiento de RCD, trituración de RCD pétreos y el reciclaje de materiales aprovechables.
- **Modelos de extender la vida útil:** Creando un ecodiseño de edificaciones, buscando la eficiencia energética y bioclimática de las construcciones.
- **Modelos de productos como servicios:** Empleando sistemas masivos de transporte y construyendo ciudadelas y ecoparques industriales.

Esta implementación lleva a que las empresas constructoras tengan poco a poco sistemas sostenibles de construcción y piensen en llevar a la sostenibilidad al sector, según el consejo de construcción sostenible de Colombia - CCSC (2011) las construcciones deberían tener al menos un 30% de ahorro de energía, un 35% menos en emisiones de carbono, reducción entre el 30% y 50% en el consumo del agua y al menos una reducción entre el 50% y el 90% en los costos de residuos.

8. PRINCIPIOS DE LA ECONOMÍA CIRCULAR APLICADOS A EMPRESAS CONSTRUCTORAS EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ

Ahora bien, al ver que, en la ciudad de Bogotá, la sostenibilidad y en si el concepto de economía circular se encuentra en su mejor momento, es bueno analizar algunos de los principios de la economía circular aplicada a las empresas constructoras y a materiales empleados en las distintas obras, siendo estos los siguientes:

8.1. El residuo se convierte en recurso y la reutilización

El residuo se convierte en recurso: siendo esta su principal característica, donde todo el material biodegradable o no, vuelve a la naturaleza o se reutiliza. La reutilización: utilizar los residuos o algunas partes que todavía funcionen en nuevos productos. En este principio los residuos de construcción y demolición – RCD son un gran ejemplo para ver la utilización de un residuo, como se analizó anteriormente tan solo el 2% es aprovechado (DANE, 2020), en la tabla 9 se evidencia la clasificación de estos residuos mostrando cuales son aprovechables y cuáles no. Vale la pena aclarar que estos residuos resultan de las actividades de la construcción en todas sus etapas; desde la demolición hasta los acabados.

Tabla 9

Clasificación de los residuos de la construcción y demolición.

Categoría	Grupo	Clase	Componentes
Residuos de la construcción y demolición aprovechables	Residuos mezclados	Residuos pétreos	Concretos, cerámicos, ladrillos, arenas, gravas, cantos bloques o fragmentos de roca, baldosín, mortero y materiales inertes que no sobrepasen el tamiz número 200 de granulometría. (1)
	Residuos de material fino	Residuos finos no expansivos	Arcillas, limos y residuos inertes, no plásticos expansivos que sobrepasen el tamiz número 200 de granulometría. (1)
		Residuos finos expansivos	Arcillas y lodos inertes con gran cantidad de finos altamente plásticos y expansivos que sobrepasen el tamiz número 200 de granulometría. (1) (2)

Tabla 9. (Continuación)

Grupo	Clase	Componentes
Otros residuos	Residuos no pétreos	Plásticos, PVC, maderas, cartones, papel, siliconas, vidrios, cauchos y de más materiales similares.
	Residuos de carácter metálico	Acero, hierro, cobre, aluminio, estaño, zinc y demás materiales similares.
	Residuos orgánicos de pedones	Residuos de tierra negra.
	Residuos orgánicos de cespedones	Residuos vegetales y otras especies bióticas.
Residuos de la construcción y demolición no aprovechables	Residuos peligrosos	Residuos corrosivos, reactivos, radioactivos, explosivos, tóxicos, patógenos (biológicos)
	Residuos especiales	Desechos de productos químicos, emulsiones, alquitrán, pinturas, disolventes, orgánicos, aceites, resinas, plastificantes, tintas, betunes, barnices, tejas de asbesto, escorias, plomo, cenizas volantes, luminarias, desechos explosivos y demás materiales similares.
	Residuos contaminados con otros residuos	Polietileno, icopor, cartón, yeso (drywall), llantas y demás materiales similares.
	Residuos contaminados con residuos peligrosos	Materiales pertenecientes a los grupos anteriores que se encuentren contaminados con residuos peligrosos.

Tabla 9. (Continuación)

Grupo	Grupo	Grupo
Otros residuos	No definida	Residuos que por requisitos técnicos no es permitido su reuso en las obras

Nota. (1) De acuerdo al Sistema internacional unificado de clasificación de suelos (Unified Soil Classification System -USCS-), la diferencia entre los residuos y materiales gruesos y los finos se establece por el paso de la malla o tamiz # 200 de granulometría (0,075mm), al igual que sus propiedades para usos de construcción.

(2) Es de considerar que las lutitas o rocas arcillosas de tamaño semejante a un residuo pétreo que se presentan en algunas partes de la ciudad, tienen propiedades expansivas que no permiten emplearlas para el uso de las cimentaciones en la construcción por su composición (mezcla de arcillas y limos expansivos). Adaptado de Secretaria distrital de ambiente. (2015) Guía para la elaboración del plan de gestión de residuos de construcción y demolición - RCD en la obra. Recuperado el 30 de marzo de 2021 de <http://www.ambientebogota.gov.co/web/publicaciones-sda/cartilla-rcd>

Tomando los residuos aprovechables, según este principio estos se reutilizan y los residuos biodegradables vuelven a la naturaleza sin hacer daño al medio ambiente, existen diversas alternativas para la reutilización de dichos residuos como por ejemplo los residuos de concreto se reutilizan como grava suelta, producción de morteros y cementos, de la misma manera varios residuos son reutilizados en la misma obra o en otra industria. La idea de la reutilizar es que el residuo se vuelva a utilizar sin necesidad de ser procesado para lo cual ofrece varias alternativas de utilización. (ver figura 17)

Figura 17.

Alternativas de gestión de reutilización de residuos de la construcción

Residuo	Alternativa
Asfaltos	Reutilizar como masa para rellenos
Concretos	Reutilizar como masa para rellenos
	Reutilizar como suelos en carreteras
Elementos arquitectónicos	Reutilizar como nuevos productos
Madera	Reutilizar para casetones, vallados y linderos
Metales	Reutilizar para aplicación en otros productos

Figura 17. (Continuación)

Residuo	Alternativa
Pétreos	Reutilizar como áridos finos y grueso
Tierra de excavación	Reutilizar como relleno y recuperación de talud Estabilización de suelos

Nota. La figura muestra las alternativas de gestión de reutilización de residuos de construcción Adaptado de Secretaria distrital de ambiente. (2015) *Guía para la elaboración del plan de gestión de residuos de construcción y demolición - RCD en la obra*. Recuperado el 30 de marzo de 2021 de <http://www.ambientebogota.gov.co/web/publicaciones-sda/cartilla-rcd>

Para la reutilización de estos residuos es necesario tener buenas prácticas para el manejo de los RCD, separando los residuos en las distintas etapas de la obra y capacitando al personal en la importancia de dicha actividad.

El aprovechamiento se puede realizar en la misma obra con los empleados o por medio del ministerio de ambiente de Bogotá el cual cuenta con un amplio directorio de empresas dedicadas a la gestión de estos residuos, empleando esta última se realiza una simbiosis empresarial donde los residuos de uno son la materia prima de otros.

8.2. El segundo uso: volver a introducir a la economía aquellos productos que ya no suplen aquellas necesidades iniciales

8.2.1. Bloqueplas

Es un sistema constructivo compuesto de elementos compactos con bloques fundidos en una sola pieza y que, unidos a otros elementos como vigas y columnas, se acopla como un sistema auto portante, fabricado a partir de residuos sólidos plásticos. Los elementos estructurales y no estructurales diseñados para la construcción de proyectos arquitectónicos, son elementos livianos, modulares y resistentes, que se integran para realizar instalaciones rápidas, seguras y de bajo costo. El sistema constructivo elaborado con plástico recuperado desarrollado por Fernando Llanos Gónima y aquí propuesto contiene poliolefinas que son termo plásticos de

elevada rigidez, alta cristalinidad, alto punto de fusión y excelente resistencia química y que gracias al diseño patentado de sus bloques se acopla con facilidad. Los bloques y demás elementos del sistema Bloqueplás se obtienen a través del proceso denominado extrusión, mediante el cual se funde la materia prima al aplicarle calor e inyectarla en un molde. (Bloqueplas, 2017)

Según Infobae: “Este sistema, por una parte, reduce el plástico que llega a los vertederos, lo que disminuye el consumo de agua y energía, al igual el nivel de las emisiones de CO₂, mediante el uso de estos materiales reciclados.” (Infobae, 2020)

Estos bloques funcionan como fichas lego (ver figura 18) y permiten construir viviendas de hasta dos plantas y su construcción se puede hacer en cinco días, no necesita cemento, posee propiedades termo acústicas y sismo resistentes.

Figura 18.

Sistema constructivo Bloqueplas



Nota. La figura muestra la instalación del sistema constructivo Bloqueplas. Adaptado de Infobae Colombia (28 de octubre de 2020) *Así funcionan las casas construidas con ladrillos de plástico reciclado en Colombia.* Recuperado el 1 de abril de 2021 de <https://www.infobae.com/america/colombia/2020/10/28/asi-funcionan-las-casas-construidas-con-ladrillos-de-plastico-reciclado-en-colombia/>

8.3.La reparación: darle una segunda vida a aquellos productos que se encuentran deteriorados

Para este principio se encuentra la multinacional Caterpillar la cual es la mayor fabricante de equipos de construcción del mundo.

8.3.1. Caterpillar

Esta empresa maximiza el valor total de ciclo de vida de los productos, usa los materiales con mayor eficiencia, optimiza el uso de los recursos y reduce el costo de propiedad a los clientes. Esto lo realiza por medio de los programas de remanufactura de Caterpillar Sustainable Solutions, Solar Turbines y Progress Rail Services los cuales permiten a los clientes la obtención de los productos a un menor precio, tiempos de inactividad más cortos.

“Los programas de reconstrucción prolongan el ciclo de vida de los equipos, mediante actualizaciones de los productos para los clientes por una fracción del precio de compra de una máquina nueva. Entre los programas de reconstrucción se incluye Cat® Certified Rebuild, reacondicionamiento de componentes en los distribuidores de Cat®, Solar Turbines y Progress Rail Services. Un servicio completo de Cat Certified Rebuild incluye más de 350 pruebas e inspecciones, reemplazo automático de aproximadamente 7.000 piezas y garantía de rendimiento equivalente a una máquina nueva. Además, los profesionales de servicio capacitados del distribuidor desempeñan este trabajo con equipos y piezas originales. Caterpillar entrega información, datos, capacitación y herramientas de servicio para ayudar a los distribuidores a tomar las mejores decisiones respecto a qué piezas reutilizar, a fin de cumplir las expectativas de durabilidad de los componentes reconstruidos. La reutilización de componentes nos ayuda a consumir materiales y energía con mayor eficiencia.” (Caterpillar, 2020)

Este programa de reconstrucción y Re manufacturación permite que las empresas maximicen el valor de sus equipos, por las siguientes razones: maximiza la productividad, aumenta el retorno de la inversión del cliente, permite varias opciones de reparación lo cual hace que los costos disminuyan, aumenta el ciclo de vida de la maquinaria.

8.4.El reciclaje: utilizar aquellos materiales que se encuentran en los residuos

Un gran ejemplo de esto, son los sacos de cemento de Argos, con sacos verdes, la cual permite que los sacos vacíos elaborados en papel Kraft en los que viene el cemento y los

plásticos donde vienen los agregados, ya limpios y dispuestos de la manera correcta en pacas de 50 unidades sean recogidos por la misma empresa y sean aprovechados para transformarse en materia prima en otras industrias o como combustible alternativo en los mismos hornos de la empresa Argos.

De igual manera, tomando como referencia el ejemplo del primer principio, los RCD además de ser reutilizados, estos pueden ser reciclados, en la figura 19 se evidencia de que manera dichos residuos son reciclados. En el reciclaje los residuos son procesados y transformados en nuevos productos o en materias primas y esto funciona de la misma manera que la reutilización.

Figura 19.

Alternativas de gestión de reciclaje de residuos de la construcción

Residuo	Alternativa
Asfaltos	Reciclar como asfalto
Cerámicos	Reciclar como adoquín
	Reciclar como fachada
	Reciclar para acabados
Concretos	Reciclar como grava suelta
	Reciclar para producción de morteros y cemento
	Reciclar como granulado
Madera	Reciclar para tableros y aglomerados
Metales	Reciclar como aleación
Plásticos	Reciclar como plásticos
Tejas, bloques, entre otros	Reciclar como bases para nuevos productos
Vidrio	Reciclaje para vidrio

Nota. La figura enuncia las alternativas de gestión de reciclaje para algunos residuos. Adaptado de secretaria distrital de ambiente. (2015) *Guía para la elaboración del plan de gestión de residuos de construcción y demolición - RCD en la obra*. Recuperado el 30 de marzo de 2021 de <http://www.ambientebogota.gov.co/web/publicaciones-sda/cartilla-rcd>

Asimismo, un claro ejemplo para este principio es la labor de la siderúrgica multinacional Gerdau Diaco.

8.4.1. Gerdau Diaco

Esta empresa compra la chatarra ferrosa proveniente de las obras, garantizando que el 100% será empleado en la producción de acero, esta empresa realiza la logística y asesora a las empresas durante el proceso. (Gerdau Diaco, 2021)

Según la revista Siete días Boyacá: “Con las 36.000 toneladas de chatarra que compran producen entre 30.000 y 33.000 toneladas de acero mensualmente.”

Los productos que se realizan a partir de este reciclaje son: acero figurado, barras corrugadas, rollos corrugados, malla electrosoldada, grafiles, alambre negro, juntas de transferencia, así como también ángulos y platinas.

8.5. La eco-concepción: desde la concepción del producto se contemplan los impactos ambientales a lo largo de su ciclo de vida

8.5.1. Argos

La empresa colombiana Argos, ha venido generando esfuerzos para el uso eficiente de las materias primas y los combustibles fósiles, a través de su estrategia ambiental valorizando energéticamente residuos como combustibles derivados de los residuos, aceites usados y llantas, así como también los contenidos minerales de materiales alternativos como cenizas volantes y escoria en la producción de concreto y cemento. (Argos, 2018). En el reporte integrado del año 2019, la empresa muestra los resultados obtenidos en el marco de la economía circular arrojando los siguientes resultados:

- Alcanzamos un 10,7% en el uso de materias primas alternativas en la producción de cemento y logramos un 16,8% de sustitución de material cementante suplementario en el negocio de concreto. Además, desde 2016 hemos consumido 15.277 toneladas de agregados reciclados.
- A través del programa Sacos Verdes, que viene operando desde 2013, hemos reciclado más de 5 millones de sacos, lo que ha significado dejar de talar 8.078 árboles y ahorrar 64.628 m³ de agua. En 2019 llegamos al 65% del retorno de los sacos vacíos de papel Kraft que utilizamos para empacar el cemento que distribuimos en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Antioquia (Colombia).

- En la Regional Caribe y Centroamérica utilizamos más de 95.000 sacos solubles o Smart Packs en la producción de concreto, evitando la generación de residuos y sin afectar la calidad del producto.
- En equipo con el Condado de Pasco y la Universidad de la Florida, estamos desarrollando un proyecto para implementar el uso de cenizas de hornos de incineración de residuos sólidos domésticos como un material alternativo para la producción de Clinker en la Planta Newberry. Después de validaciones a escala de laboratorio, realizamos una exitosa prueba industrial, en la que produjimos 3.400 toneladas de Clinker. Actualmente, estas cenizas son dispuestas en vertederos, por lo tanto, viabilizar su aprovechamiento en la producción de Clinker permitiría darles un nuevo uso y varios beneficios ambientales como una mejor utilización del suelo, la conservación de acuíferos y la disminución del uso de recursos naturales. (Argos, 2020, pp. 69)

Siendo Argos un referente de la economía circular desde el proceso de elaboración de uno de los materiales principales para la construcción como lo es el cemento.

En este principio se pueden analizar varias construcciones la ciudad de Bogotá, puesto que desde el momento de la concepción o el diseño se contemplaron los impactos ambientales y estos se trataron de reducir, entre las cuales se enuncian las siguientes:

8.5.2. Edificio Elemento (Prabyc Ingenieros SAS)

Cuenta con la certificación LEED con 89 puntos obtenidos. Se encuentra ubicado sobre la Av. El Dorado, en la Calle 26 No. 69-76. Según Prabyc Ingenieros: “Su infraestructura está pensada para mitigar los impactos ambientales mediante estrategias sostenibles que reducen la huella de carbono, con la implementación de tecnologías como paneles solares, humedales artificiales y una arquitectura bioclimática.” (Prabyc, s.f)

Este edificio cuenta con 4 torres (Torre Aire, Torre Fuego, Torre Tierra y Elemento Torre Agua) de 18 pisos cada una, con un área total construida de 160.490 m². Donde cada torre cuenta con su certificación LEED Platinum, esto hace que sea el proyecto con mayor puntuación LEED en Colombia.

Tiene un ahorro energético del 48% puesto que cuenta con una generación de energía solar in situ, se usó más del 40% de materiales reciclados y de origen regional, ahorra más del

60% de agua potable, reducción del 50% de las aguas residuales generadas y reducción del 100% de uso de agua potable en actividades de riego debido a su sistema de recirculación de aguas tratadas, 50% de eficiencia en el consumo energético. Posee dos zonas inundables con vegetación nativa que limpian de forma natural las aguas grises de sólidos suspendidos, fosfatos y demás nutrientes provenientes de las aguas de lavamanos y duchas, y recirculándolas para usarlas en sanitarios y riego de jardines. (Green Factory, s.f)

Figura 20

Edificio Elemento



Nota. La figura muestra el edificio Elemento. Adaptado de Argos (s.f) *Elemento: ícono de construcción sostenible en Colombia*. Recuperado el 10 de abril de 2021 de <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/categoria/proyectos-en-concreto/edificio-elemento-icono-sostenible>

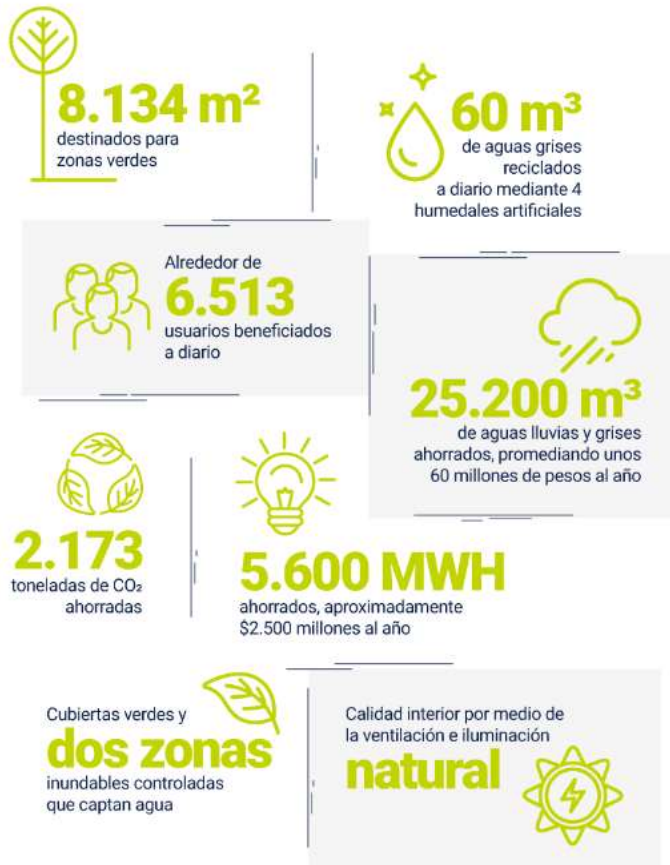
Este edificio cuenta desde paneles solares hasta humedales artificiales, lo cual permite la reducción del uso de los recursos naturales. Durante su proceso constructivo para el análisis bioclimático se integró un sistema de ventilación natural, asimismo, se implementaron trampas

acústicas que permiten el flujo de aire, pero restringiera la entrada de sonido exterior. En la figura 21 se observan algunos indicadores ambientales del edificio.

Figura 21.

Indicadores económicos y ambientales del edificio Elemento

Algunos de los indicadores económicos y ambientales más destacados del Centro Empresarial Elemento son:



Nota. La figura muestra los indicadores económicos y ambientales del edificio Elemento. Adaptado de Argos (s.f) *Elemento: ícono de construcción sostenible en Colombia.* Recuperado el 10 de abril de 2021 de <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/categoria/proyectos-en-concreto/edificio-elemento-icone-sostenible>

8.5.3. Edificio Ean Legacy

Este edificio tiene la certificación LEED Oro, fue diseñado por el arquitecto William McDonough, quien es el fundador del concepto Cradle to Cradle (C2C), este edificio es el único proyecto de economía circular en el país. Se encuentra ubicado en la Calle 79 # 11-45.

En la demolición del antiguo edificio, se clasificaron los residuos lo cual género que un 99,75% de los mismos fueran utilizados en nuevos usos y el 0,25% restante se enviaron a disposición. Los vidrios desmontados fueron destinados al proyecto “Calor de Hogar” en Guatavita, se realizaron campañas de adopción de las especies vegetales a los vecinos y al Jardín Botánico de Bogotá. (El Tiempo, 2019)

Asimismo, según la Universidad Ean: “La fachada del edificio Ean Legacy, llamada 'Wonder Frame', permite aprovechar las corrientes de aire como fuente de ventilación natural para el edificio, garantizando además la iluminación natural” de igual manera, se basa “en modelos computacionales que permiten que reduzca el consumo de energía en 194 MWh y las emisiones de gases efecto invernadero en más de 73 toneladas de CO₂, al año; también, aporta excelente calidad de aire y óptimas condiciones de temperatura.” (Universidad Ean, 2020)

Figura 22

Edificio Ean Legacy



Nota. La figura muestra el edificio Ean Legacy. Adaptado de Universidad Ean (s.f) *Edificio Ean Legacy*. Recuperado el 10 de abril de 2021 de <https://universidadean.edu.co/la-universidad/sedes/edificio-ean-legacy>

El edificio cuenta con un área de 20000 m², con 10 pisos. El edificio cuenta con un ahorro del 32% de energía y 35% de reducción en el consumo de agua potable, la fachada se encuentra construida con paneles Wonderframe los cuales permiten maximizar el uso de luz natural, aprovecha las corrientes de aire, disminuye el consumo de energía y reduce las emisiones de gases efecto invernadero.

8.5.4. Edificio Atrio (Consortio ELLISDON-ARPRO)

Este edificio cuenta con la certificación LEED Gold. Se encuentra ubicado en la Avenida Caracas, entre calle 26 y calle 28. Este edificio cuenta con dos torres, con estructura combinada de concreto y acero con elementos metálicos a la vista y fachadas de vidrio.

Se implementaron esquemas de aprovechamiento de RCD donde el 99,9% de estos residuos se reciclaron y reutilizaron, reducción de 6 Toneladas de dióxido de carbono, los tope llantas son elaborados a partir de gránulos de caucho reciclado – GCR, el porcentaje de ahorro de energía es del 14,58%, de agua en interiores del 40,63% y de agua para riego del paisajismo del 65,61% su fachada cuenta con una recámara para el aislamiento térmico y acústico. (Archdaily, 2018)

Según Rodrigo Rubio, gerente de operaciones Arpro: “A esta estructura la complementa una fachada microperforada de acero inoxidable en los laterales de las torres, que permite la circulación el aire en su interior. Al desarrollar el proyecto bajo estándares internacionales como la certificación LEED, se logra indicadores de eficiencia energética que no solo se traducen en menor impacto ambiental, sino que maximizan los recursos en la operación” (Atrio, 2018)

Según el consejo colombiano de construcción sostenible las estrategias de sostenibilidad empleadas en este edificio van desde espacios de parqueo para vehículos eléctricos hasta integración de sistemas técnicos base del edificio en un BMS central. (CCCS, 2019)

Figura 23

Edificio Atrio



Nota. La figura muestra el edificio Atrio. Adaptado de Arpro (s.f) *Atrio*. Recuperado el 11 de abril de 2021 de <https://www.arpro.com.co/proyectos/proyectos-en-ejecucion-y-ventas/atrio/>

8.5.5. Edificio Terpel (Esguerra Arquitectos)

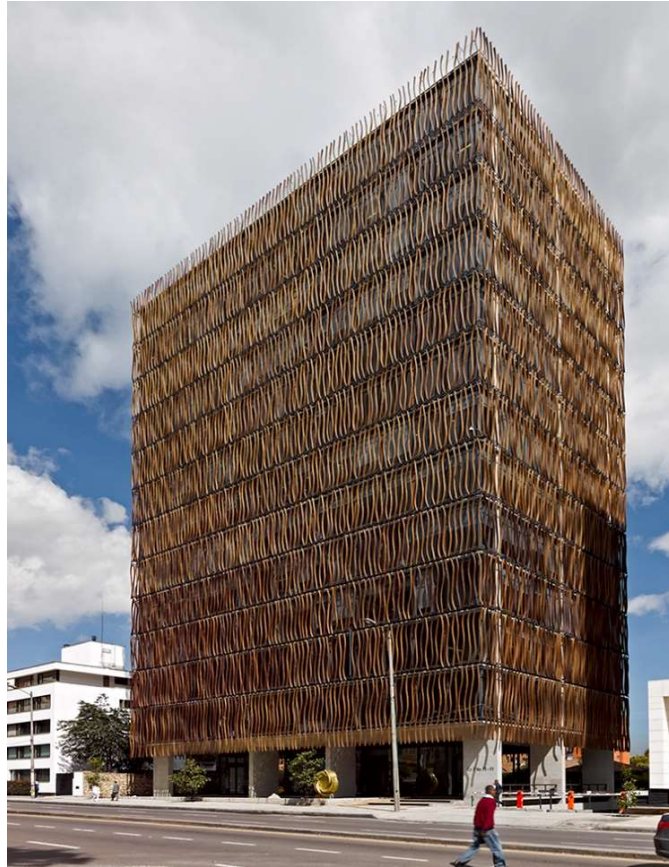
Este edificio se reconoció como edificación ecoeficiente por la secretaria de ambiente mediante la resolución 01441 del 2012. Se encuentra ubicado en la Carrera 7 # 75- 51.

El primer piso de este edificio evoca un humedal, es de uso libre y cuenta con un jardín y un espejo de agua, tiene una fachada en madera que está compuesta por tres matices de distintas curvaturas, cuenta con iluminación natural por el tamaño de sus ventanales los cuales están protegidos de la radiación solar por la fachada en madera, el concreto a la vista mantiene estable la temperatura a unos 22° C de manera natural. (Arquitectura panamericana, s.f)

Adicional a ello, tiene sistemas de recolección y reutilización de aguas lluvias, aprovecha la ventilación natural y un techo verde en el 76,5% del área útil de cubierta. (Ambiente Bogotá, s.f)

Figura 24.

Edificio Terpel



Nota. La figura muestra el edificio Terpel. Adaptado de Arquitectura panamericana (s.f) *Edificio Terpel*. Recuperado el 11 de abril de 2021 de <http://www.arquitecturapanamericana.com/edificio-terpel/>

8.5.6. Kubik Virrey I y II (Kubik Lab S.A.S)

Es el primer proyecto residencial con certificación LEED Gold. Se encuentra Ubicado sobre el parque El Virrey, al norte de la ciudad.

Este edificio tiene 55 apartamentos. Cuenta con un sistema de colección de aguas lluvias y de recirculación de las grises –provenientes de duchas y lavamanos esto se resume en un 46% de ahorro de energía, 101% de reutilización de aguas lluvias para riego, 26% de confort térmico, 51% de ahorro de agua potable y un 71% de reciclaje de aguas grises, el ahorro energético esta

entre el 35 y 45%; cada apartamento tiene pisos en bambú lo cual hace madera renovable y cultivable. (AXXIS, 2019)

Figura 25

Kubik Virrey I y II



Nota. La figura muestra el edificio Kubik Virrey I y II. Adaptado de AXXIS (29 de julio de 2019) *Kubik: el primer proyecto residencial con certificación LEED en Bogotá.* Recuperado el 11 de abril de 2021 de <https://revistaaxxis.com.co/arquitectura/kubik-edificio-residencial-certificacion-leed/>

Analizando los principios y los casos de éxito en la ciudad, es evidente que la mejor manera de empezar con la economía circular es por medio de los RCD, puesto que solo las grandes obras y empresas están dispuestas a asumir los costos que lleva implementar este tipo de cambio. La secretaria de ambiente cuenta con un directorio de la construcción sostenible en el cual se encuentran empresas de cinco categorías: Energía, Agua, Diseño, Materiales y Paisajismo; previamente verificadas por la misma, esto facilita la tarea de búsqueda y entrega

una gran cantidad de proveedores que cumplen con lineamientos ambientales. Recordando que la economía circular parte de los materiales y sus fuentes. (Ambiente Bogotá, s.f)

9. FACTORES ESPECÍFICOS QUE AGREGAN VALOR DESDE LA ECONOMÍA CIRCULAR A LAS EMPRESAS CONSTRUCTORAS

Las estrategias que llevan a las empresas constructoras hacia la economía circular se centran principalmente en los siguientes elementos, donde cada uno tiene una importancia distinta dependiendo la empresa y su estrategia empresarial. Estos elementos son los siguientes:

- Priorizar recursos renovables.
- Conservar los recursos existentes.
- Residuos como elementos útiles.
- Repensar el modelo de negocio.
- Eco diseñar para el futuro.
- Incorporar una tecnología digital.
- Colabora para crear valor compartido.

Esto nos lleva a pesar a nivel empresarial que beneficios les trae a las empresas ser encaminadas a dicha economía, estos beneficios vienen desde el reconocimiento hasta la reducción de costos, en la Figura 26 se pueden evidenciar algunos de estos beneficios a nivel organizacional.

Figura 26

Beneficios de la economía circular a nivel de organización



Nota. La figura enuncia los beneficios de la economía circular a nivel organizacional. Recuperado de Fundación Fórum Ambiental (Mayo 2018) *Economía Circular y Verde en el mundo local: Cómo pasar a la acción y herramientas para los entes locales*. Recuperado el 27 de julio de 2020 de <https://bit.ly/3fdBUyx>

Siendo así, es complejo que una empresa por sí sola se encuentre en el ámbito de la economía circular, es por ello que es necesario que se genere una simbiosis entre las empresas y las empresas que se encuentran en este proceso deben tener unas prácticas más limpias, como, por ejemplo, optimizar la gestión de las materias primas y la generación de desperdicios.

Según, Colombia productiva (2020) son cinco (5) pasos que llevan a las empresas hacia la economía circular:

1. Entender las tendencias y el papel de la empresa en la economía circular.
2. Identificar oportunidades que agreguen valor al negocio.
3. Priorizar oportunidades
4. Establecer plan de acción para implementar las oportunidades identificadas
5. Monitorear los procesos respecto a la estrategia y metas del plan de acción.

De esta manera, los dos primeros pasos son de diagnóstico y los siguientes tres son para elaborar el plan de trabajo y ejecutarlo.

En el diagnóstico se estudia el ¿Cómo? En el cual se realiza un diagnóstico interno y el estudio del sector, al realizar un diagnóstico interno se identifican las etapas en las cuales se presentan un mayor consumo de energía, materias primas, insumos, agua entre otros, se evalúa el principio de Pareto identificando las etapas que generan el 80% de los impactos, se debe promover el incremento de la vida útil del producto final.

En el momento de realizar el estudio del sector, se debe tener en cuenta el papel que juega la empresa, los nuevos modelos de negocio que se estén planteando, que optimizaciones se hacen para reducir los consumos de acuerdo a lo anterior, algunas de las estrategias que se deberían tener en cuenta en el sector de la construcción serían: tener buenas prácticas y planes para la implementación de programas de ahorro y uso eficiente del agua en las construcciones tanto en el momento de construcción como en el funcionamiento del mismo; sustitución de materias primas como la adición de ceniza a mezclas de concreto, madera plástica, lonas de llantas, entre otras opciones que existen en el mercado como sustituto de materiales; el ecodiseño y la eco innovación llevan al sector a la construcción de edificios inteligentes.

Ya en la elaboración del plan de trabajo y su ejecución se pretende priorizar las oportunidades en base a un análisis costo – beneficio y la realización de una matriz de eco mercado en la cual se analizarán los nuevos mercados.

Para esta etapa se requiere implementar y plantear pilotos en la optimización de los procesos, empezar con la sustitución de la materia prima por materiales más amigables con el medio ambiente. Es de suma importancia, en esta etapa modificar y/o reemplazar los equipos que ya llevan muchos años en la empresa, puestos que estos se encuentran obsoletos, gastan más energía y no cumplen al cien por ciento su labor.

A continuación, se estudian cada uno de los pasos para las empresas constructoras:

9.1. Pasos que llevan a las empresas hacia la economía circular

9.1.1. Entender las tendencias y el papel de la empresa en la economía circular

Emplear materias primas recicladas y reutilizadas.

Facilitar el reciclaje y recuperación de las materias primas empleadas.

9.1.2. *Identificar oportunidades que agreguen valor al negocio*

Ingresando a uno de los programas de la secretaría de ambiente se pueden generar sinergias con otras empresas.

Cambiando la manera de diseñar, diseñando sosteniblemente.

Estudiando las fases y en la puesta en marcha del proyecto, lo que mayor gasto energético y de agua genere, tratando de reducir el mismo. Esto se puede incentivar con el uso de herramientas como Building Information Modeling – BIM, puesto que en esta se tiene en cuenta cada una de las fases y etapas del proyecto.

Enfoque en el ciclo de vida de los materiales empleados.

Trabajando con los RCD ya sea reciclándolos o reutilizándolos.

Comprar sosteniblemente, es decir, cercanía a las obras, stocks controlados minimizando los desperdicios, empresas que realicen la labor de reciclaje de los empaques o de los residuos.

9.1.3. *Priorizar oportunidades*

Redefiniendo la misión, visión y políticas de la empresa hacia las oportunidades identificadas en los pasos anteriores.

9.1.4. *Establecer plan de acción para implementar las oportunidades identificadas*

Plantear actividades claves para su implementación, analizando los recursos y los impactos en todos los ámbitos.

Se sugiere generar una ficha donde se identifiquen aspectos como: oportunidades a largo, mediano y corto plazo, actividades claves para su implementación y su debido cronograma, plantear responsables con su perfil.

9.1.5. *Monitorear los procesos respecto a la estrategia y metas del plan de acción*

En este paso se mide el proceso de la empresa en la implementación, esto asegura el éxito de las oportunidades identificada, para ello, se establecen indicadores financieros, ambientales comerciales y sociales.

9.2. Proyectos de responsabilidad empresarial y sostenibilidad - ProRedes-

Uno de los programas vigentes de la secretaria de ambiente es ProRedes, el cual según la secretaria distrital de ambiente es:

“una iniciativa transversal del Programa de Gestión Ambiental Empresarial, que busca promover el compromiso de las organizaciones en la adopción de estrategias ambientales aplicadas a sus partes interesadas y entorno, basados en el intercambio de experiencias y conocimientos, lo cual permite mejorar las condiciones ambientales y la calidad de vida en la ciudad.” (Secretaría Distrital de Ambiente, s.f)

En el cual se desarrollan 6 (seis) proyectos de responsabilidad empresarial y sostenibilidad (Figura 27), en base a estos se crearon sinergias y oportunidades entre organizaciones públicas y privadas.

Figura 27

Proyectos de responsabilidad empresarial y sostenibilidad. ProRedes



Nota. La figura muestra la clasificación para los proyectos en ProRedes. Recuperado de Ambiente Bogotá (diciembre 2029) *ProRedes. Proyectos de responsabilidad empresarial y sostenibilidad.* Recuperado el 14 de abril de 2021 de http://www.ambientebogota.gov.co/es/c/document_library/get_file?uuid=b547fc6f-cafa-467f-8161-abe0ce3fed9a&groupId=10157

Según el boletín N° 9 de diciembre de 2019 se arrojaron los siguientes resultados.

9.2.1. *Me muevo por una Bogotá sostenible*

En el cual se buscó promover la movilidad sostenible con la disminución de las emisiones de huella de carbono generadas por el uso de transportes desde el hogar hasta el sitio de trabajo.

9.2.2. *Economía circular*

Desarrolla estrategias para el cierre del ciclo de los materiales de plástico, cartón y papel, se aplicó tanto en el ingreso, proceso y salida de los materiales.

9.2.3. *AmbientaRSE*

Facilita los procesos de responsabilidad social ambiental, acciones de recuperación y protección de territorios. Para el año 2019, el objetivo fue promover estrategias que vinculan la gestión de los residuos textiles con un enfoque de responsabilidad social.

9.2.4. *Gestión energética*

Acompañamiento en la elaboración de una línea base energética con base al análisis del consumo de energía y su producción.

9.2.5. *Modelo de sostenibilidad con enfoque en procesos*

Incorpora el componente ambiental en cada uno de los procesos de la organización, adicional define un marco de referencia para que la empresa mejore su sostenibilidad a largo plazo.

9.2.6. *Negocios verdes*

Proceso de acompañamiento en la promoción de bienes y servicios con impacto ambiental positivo.

10. CONCLUSIONES

La sostenibilidad, en los últimos años ha cobrado valor por la preocupación del ser humano por el medio ambiente, pero el concepto en sí, de economía circular no se conoce a grandes rasgos; actualmente, tan solo el 2% de los RCD son introducidos en esta economía y el resto es desechado a rellenos o son dispuestos de manera incorrecta. En la ciudad de Bogotá, se están adoptando sistemas de ahorro energético y de agua en casi todas las construcciones nuevas, esta implementación hace que en cierta medida, la ciudad en términos del sector constructor se encuentre en transición de la economía lineal a la economía circular con pequeños y definitivos cambios; estos sistemas de ahorro junto con la reducción en las emisiones de carbono y la recuperación de los residuos serán un cambio a corto plazo de la manera en que las empresas constructoras se incorporen a dicha economía.

Un gran apoyo para las empresas del sector es la secretaria distrital de ambiente, la cual que pone a la disposición de las mismas mecanismos que ayudan e impulsan la simbiosis empresarial, con esta, se facilita la aplicación de los principios de la economía circular, se da la oportunidad de cerrar los ciclos de los materiales puesto que se hace un acercamiento a empresas de distintos sectores, asimismo, permite que entre las mismas haya un aprendizaje y se produzca un cambio en las estrategias y modelos de negocio.

A pesar, que en el país se cuentan con certificaciones que dan beneficios por poner en práctica alguno de los principios de la economía circular en cualquiera de las etapas de los proyectos, es solo en las grandes empresas donde es posible la construcción de edificios que en su totalidad sean sostenibles o que pongan en práctica alguna estrategia para que las construcciones encuentren la armonía con el medio ambiente y el impacto que generen en él sea mínimo; la razón es el desconocimiento del sector en la construcción sostenible, los costos de la misma en el país y la falta de profesionales con conocimientos en el tema, adicional, esto hace que la transición sea tardía y dificulte la implementación de nuevas prácticas.

La mejor manera en que las empresas constructoras incursionen en la economía circular, es empezando a conocer el impacto de sus obras en cada una de sus etapas, la percepción de esto

se hace desde el diseño, cuando se conocen cada uno de los materiales a emplear y buscan la manera de cerrar el ciclo de los mismos, materias primas más limpias hacen obras más limpias, el aprovechamiento de los residuos, además de generar beneficios económicos con el ahorro en la compra de materias primas, genera valor en las empresas y una simbiosis en las involucradas.

BIBLIOGRAFÍA

- Acciona (2018). *Sostenibilidad para todos. ¿en qué consiste la economía circular?* Recuperado el 27 de julio de 2020 de <https://www.sostenibilidad.com/desarrollo-sostenible/en-que-consiste-la-economia-circular/>
- Acciona. Sostenibilidad para todos. (2019) *¿Qué es la sostenibilidad?* Recuperado el 01 de marzo de 2021 de <https://www.sostenibilidad.com/desarrollo-sostenible/que-es-la-sostenibilidad/>
- Acevedo Agudelo, H., Vásquez Hernández, A., & Ramírez Cardona, D. (2012). *Sostenibilidad: Actualidad Y Necesidad En El Sector De La Construcción En Colombia. Gestión y Ambiente*, 15(1), 105-118. Recuperado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/30825/39307>
- Alcaldía de Santiago de Cali (09 de julio de 2020) *Estudio de factibilidad para implementar un sistema de gestión en Economía Circular* <https://www.cali.gov.co/desarrolloeconomico/publicaciones/154700/estudio-de-factibilidad-para-implementar-un-sistema-de-gestion-en-economia-circular/>
- Ambiente Bogotá (s.f) *Directorio de la construcción sostenible*. Recuperado el 11 de abril de 2021 de http://www.ambientebogota.gov.co/c/document_library/get_file?uuid=997fb80c-5cb0-4df9-be81-61645c4cba4b&groupId=10157
- Ambiente Bogotá (s.f) *Programa de reconocimiento ambiental a edificaciones ecoeficientes*. Recuperado el 11 de abril de 2021 de http://www.ambientebogota.gov.co/c/document_library/get_file?uuid=2ab547d3-62e1-47cb-ad8e-d68bd4079e68&groupId=3564131
- Ambiente Bogotá (diciembre 2029) *ProRedes. Proyectos de responsabilidad empresarial y sostenibilidad*. Recuperado el 14 de abril de 2021 de http://www.ambientebogota.gov.co/es/c/document_library/get_file?uuid=b547fc6f-cafa-467f-8161-abe0ce3fed9a&groupId=10157
- Archdaily (4 de junio de 2018) *Así avanza Torres ATRIO, el proyecto de Richard Rogers + El Equipo de Mazzanti en Bogotá* Recuperado el 11 de abril de 2021 de <https://www.archdaily.co/co/890179/asi-avanza-torres-atrio-el-proyecto-de-richard-rogers-plus-el-equipo-de-mazzanti-en-bogota>

- Argos (2018) *Alternativas para ser sostenibles. Economía circular*
<https://mnisaccp01.blob.core.windows.net/sostenibilidad/Doc/2018/9.%20Econom%C3%ADa%20circular.pdf>
- Argos (s.f) *Elemento: ícono de construcción sostenible en Colombia*. Recuperado el 10 de abril de 2021 de <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/categoria/proyectos-en-concreto/edificio-elemento-icno-sostenible>
- Argos (2020) *Sacos verdes. Programa de aprovechamiento de sacos de cemento y agregados*. Recuperado el 15 de marzo de 2021 de <https://colombia.argos.co/sacos-verdes/>
- Argos (2020) *Reporte integrado 2019*
https://www.grupoargos.com/Portals/0/documentos/reportes/reportes%20integrados/Reporte_Integrado_Argos_2019.pdf
- Arpro (s.f) *Atrio. El proyecto*. Recuperado el 11 de abril de 2021 de <https://www.arpro.com.co/proyectos/proyectos-en-ejecucion-y-ventas/atricio/>
- Arquitectura panamericana (2020) *Edificio Terpel*. Recuperado el 11 de abril de 2021 de <http://www.arquitecturapanamericana.com/edificio-terpel/>
- Atrio (25 de octubre de 2018) *Materiales regenerativos: otra arista de la sostenibilidad*. Recuperado el 11 de abril de <https://www.atricio.com.co/materiales-regenerativos-otra-arista-de-la-sostenibilidad/>
- AXXIS (29 de julio de 2019) *Kubik: el primer proyecto residencial con certificación LEED en Bogotá*. Recuperado el 11 de abril de 2021 de <https://revistaaxxis.com.co/arquitectura/kubik-edificio-residencial-certificacion-leed/>
- Balboa C., C. H., y Domínguez Somonte, M. (2014). *Economía circular como marco para el ecodiseño: el modelo ECO-3*. *Informador Técnico*, 78(1), 82–90.
<https://doi.org/10.23850/22565035.71>
- Bloqueplas (17 de julio de 2017) *Bloqueplas, características*. Recuperado el 1 de abril de 2021 de <http://bloqueplas.com/index.php/brickarp>
- Cali Circular. Repensando la ciudad (2021) *¿Qué es Cali Circular?* Recuperado el 27 de febrero de 2021 de <https://calicircular.com/>
- Cali Circular. Repensando la ciudad (2021) *Datos Caleños* Recuperado el 27 de febrero de 2021 de <https://cali-circular-prueba.web.app/datos-calenos>

- Caterpillar (2020). *Sostenibilidad economía circular* Recuperado el 22 de octubre de 2020 de <https://www.caterpillar.com/es/company/sustainability/remanufacturing.html>
- Colombia productiva. Productividad, calidad, valor agregado (2020) [Diapositiva de PowerPoint]. *Economía circular*. <https://www.colombiaproductiva.com/getattachment/246fd216-1d3f-4246-8a93-f683518f9645/ColombiaProductiva.aspx>
- Consejo Colombiano de Construcción Sostenible. (s.f) *CASA Colombia. La vivienda sostenible es una realidad*. Recuperado del 9 de marzo de 2021 de <https://www.cccs.org.co/wp/casa-colombia/>
- Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (2016) *Programa LEED en Colombia*. Recuperado el 13 de marzo de 2021 de <https://www.cccs.org.co/wp/capacitacion/talleres-de-preparacion-leed/>
- Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (2 de diciembre de 2019) *Caso de éxito: ATRIO Torre Norte*. Recuperado el 11 de abril de 2021 de <https://www.cccs.org.co/wp/2019/12/02/caso-de-exito-atrion-torre-norte/>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística -DANE (05 de agosto de 2020) *Economía circular. Primer reporte 2020*. Recuperado el 7 de febrero de 2021 de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/ambientales/economia-circular/economia-circular-historicos>
- Departamento Nacional de Planeación - Fundación para la Educación Superior y el Desarrollo - Global Green Growth Institute - Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2017) *Evaluación de Potencial de Crecimiento Verde (EPCV) para Colombia. Dialogo para la identificación del potencial de crecimiento verde*. <https://assets.ctfassets.net/27p7ivvbl4bs/1WI6975Q2QiUo4GueAyOw/58e68b5ec0cf37741ae1650747f23fd4/EPCV.pdf>
- Departamento Nacional de Planeación (2019) *Misión de crecimiento verde. Documento síntesis de los resultados de estudios técnicos*. <https://dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Documents/Resultados/DNP%202020%20-%20S%C3%ADntesis%20Misi%C3%B3n%20de%20Crecimiento%20Verde.pdf>
- Departamento nacional de planeación (6 de marzo de 2018). TecNALIA “*Estudio en la intensidad de utilización de materiales y economía circular en Colombia*”. Producto 3. *Transición a*

- una Economía Circular en Colombia para el sector de la manufactura y de la construcción. Plan de acción recomendado.* Recuperado el 28 de julio de 2020 de <https://www.dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Documents/ejes-tematicos/Circular/MATEC%20Producto%203.pdf>
- Departamento nacional de planeación (2018) *Plan nacional de desarrollo 2018-2022. Pacto por Colombia, pacto por la equidad.* Recuperado el 27 de febrero de 2021 de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Resumen-PND2018-2022-final.pdf>
- Desing & Green Engineering (s.f) *Concepto de ecodiseño.* Recuperado el 27 de julio de 2020 de http://www.degren.eu/?page_id=791
- Ding, G. K. (2008). *Sustainable construction—The role of environmental assessment tools.* Journal of environmental management, 86(3), 451-464.
- Ecolan Ingeniería y Consultoría Ambiental. (s.f). *Impacto ambiental. Causas comunes del impacto ambiental.* [Tabla]. Recuperado el 27 de julio de 2020 de <https://www.ecolaningenieria.com/es/ingenieria-ambiental/impacto-ambiental.html>
- Ecología hoy. Ecología, reciclaje y medio ambiente (2020) *Reciclaje de circuito abierto.* Recuperado el 27 de febrero de 2021 de <https://www.ecologiahoy.com/reciclaje-de-circuito-abierto>
- Ecología hoy. Ecología, reciclaje y medio ambiente (2020) *Reciclaje de circuito cerrado.* Recuperado el 27 de febrero de 2021 de <https://www.ecologiahoy.com/reciclaje-de-circuito-cerrado>
- Economipedia. Haciendo fácil la economía. (s.f) *Innovación.* Recuperado el 01 de marzo de 2021 de <https://economipedia.com/definiciones/innovacion-2.html>
- Ellen MacArthur Foundation (s.f.). *Economía circular.* Recuperado el 08 de julio de 2020 de <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/es/economia-circular/concepto>
- Ellen MacArthur Foundation (2013). *Towards the Circular Economy: Economic and business rational for an accelerated transition.* Recuperado el 08 de julio de 2020 de <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Ellen-MacArthur-Foundation-Towards-the-Circular-Economy-vol.1.pdf>
- El Tiempo (12 de junio de 2019) *El primer edificio de Economía Circular en Colombia es universitario.* Recuperado el 10 de abril de 2021 de

- <https://www.eltiempo.com/contenido-comercial/el-primer-edificio-de-economia-circular-en-colombia-es-universitario-366656>
- Enciclopedia colaborativa en la red cubana (s.f). *Construcción civil*. Recuperado el 25 de julio de 2020 de https://www.ecured.cu/Construcci%C3%B3n_civil
- Fundación Fórum Ambiental (Mayo 2018) *Economía Circular y Verde en el mundo local: Cómo pasar a la acción y herramientas para los entes locales*. Recuperado el 27 de julio de 2020 de https://www.diba.cat/documents/63810/271257235/Guia_EC_ES.pdf/dfc576dc-d553-4c6d-8c2f-4c1ba91f6ef9
- Fundación Conama. Congreso Nacional del Medio Ambiente 2018 (26 de noviembre de 2020) *Economía circular en el sector de la construcción. Rumbo 20.30*. Recuperado el 27 de julio de 2020 de http://www.conama.org/conama/download/files/conama2018/GTs%202018/6_final.pdf
- Gerdau Diaco (2021) *Compra de chatarra*. Recuperado el 10 de abril de 2021 de <https://www.gerdaudiaco.com/compra-de-chatarra/>
- Green Factory. Fabricando un mejor ambiente. (s.f) *Elemento 3. Sobre el proyecto*. Recuperado el 10 de abril de 2021 de <https://www.greenfactory.com.co/proyectos/elemento-3/>
- Grupo Lafarge Holcim (s.f) *Economía Circular* Recuperado el 22 de octubre de 2020 de <https://www.lafargeholcim.es/informe-de-sostenibilidad-2017-2018/economia-circular>
- Ihobe, Sociedad Pública de Gestión Ambiental. Dpto. de Medio Ambiente y Política Territorial (01 de noviembre de 2019) *Guía para la promoción de la economía circular desde el ámbito local* Recuperado el 1 de abril de 2021 de https://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/21_economia_circular/es_def/adjuntos/21_economia_circular.pdf
- Infobae Colombia (28 de octubre de 2020) *Así funcionan las casas construidas con ladrillos de plástico reciclado en Colombia*. Recuperado el 1 de abril de 2021 de <https://www.infobae.com/america/colombia/2020/10/28/asi-funcionan-las-casas-construidas-con-ladrillos-de-plastico-reciclado-en-colombia/>
- Knoow.net Enciclopedia Temática (2015) *Economía lineal. Concepto de economía lineal*. Recuperado el 21 de octubre de 2020 de <https://knoow.net/es/cieeconcom/economia-es/economia-lineal/>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Febrero 2020) *Metas de la estrategia nacional de economía circular - ENEC* Recuperado el 13 de marzo de 2021 de https://www.dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Documents/Comite%20Sostenibilidad/Presentaciones/Sesi%C3%B3n%202/1_Metas_Estrategia_Nacional_Economia_circular.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2021) *Sello Ambiental Colombiano*. Recuperado el 13 de marzo de 2021 de <https://www.minambiente.gov.co/index.php/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/sostenibilidad-sectores-productivos/sello-ambiental-colombiano>

Olam internacional (2020) *Sustentabilidad* Recuperado el 22 de octubre de 2020 de <https://www.olamgroup.com/sustainability.html>

Prabyc Ingenieros. (s.f) *Elemento Bogotá*. Recuperado el 10 de abril de 2021 de <https://www.prabyc.com/properties/elemento/>

P&G Procter & Gamble. (2020) *Sostenibilidad ambiental* Recuperado el 22 de octubre de 2020 de <https://latam.pg.com/sustentabilidad-ambiental/>

Redacción 360 en concreto (06 de diciembre de 2019). *Caracterización de impactos ambientales en la industria de la construcción* Recuperado el 05 de julio de 2020 de <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/impactos-ambientales-en-la-industria-de-la-construccion>

Real Academia Española (s.f). *Construcción*. https://dle.rae.es/construcci%C3%B3n?m=30_2

Real Academia Española (s.f). *Construir*. https://dle.rae.es/construir?m=30_2

Romero, B, 2003. *El análisis del ciclo de vida y la gestión ambiental*. Recuperado el 27 de julio de 2020 de <http://www.iie.org.mx/boletin032003/tend.pdf>

Secretaria distrital de ambiente. (2015) *Guía para la elaboración del plan de gestión de residuos de construcción y demolición - RCD en la obra*. Recuperado el 30 de marzo de 2021 de <http://www.ambientebogota.gov.co/web/publicaciones-sda/cartilla-rcd>

Secretaria distrital de ambiente. (s.f) *Programa gestión ambiental empresarial. Proyectos de responsabilidad empresarial y sostenibilidad - Pro-Redes*. Recuperado el 14 de abril de 2021 de <http://www.ambientebogota.gov.co/es/web/gae/pro-redes>

Secretaria distrital de planeación (09 de agosto de 2017). *Administración Distrital suscribe Plan de Acción del “Programa Acelerador de Eficiencia Energética en Edificaciones”*

- Recuperado el 12 de febrero de 2021 de <http://www.sdp.gov.co/noticias/administracion-distrital-suscribe-plan-de-accion-del-programa-acelerador-de-eficiencia>
- Siete días Boyacá (05 de marzo de 2020) *Gerdau DIACO, una empresa generadora de empleo y solidez económica en Boyacá*. Recuperado el 10 de abril de 2021 de <https://boyaca7dias.com.co/2020/03/05/gerdau-diaco-una-empresa-generadora-de-empleo-y-solidez-economica-en-boyaca/>
- Société Générale de Surveillance (s.f) *Aspectos e impactos ambientales* [Diapositiva de PowerPoint]. Ambiente Bogotá.
http://ambientebogota.gov.co/c/document_library/get_file?uuid=1c697920-c8b1-4425-8952-1b16718a223b&groupId=24732
- Torres Castañeda C.A (2017) *Construcciones sostenibles y certificaciones Leed en Colombia* [Tesis de especialización, Fundación universidad de América].
<https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7034/1/465230-2017-I-GA.pdf>
- Universidad Ean (4 de diciembre de 2020) *Economía circular: la apuesta del edificio Ean Legacy* Recuperado el 10 de abril de 2021 de <https://universidadean.edu.co/noticias/economia-circular-la-apuesta-del-edificio-ean-legacy#:~:text=El%20edificio%20Ean%20Legacy%20fue,colaborativo%20bajo%20principios%20de%20sostenibilidad.>
- Universidad Ean (s.f) *Edificio Ean Legacy*. Recuperado el 10 de abril de 2021 de <https://universidadean.edu.co/la-universidad/sedes/edificio-ean-legacy>