CIRCULANDO

Recursos pensando a futuro

ESTRATEGIA DEPARTAMENTAL DE ECONOMÍA CÍRCULAR

Gobernación de Cundinamarca

Bienestar Verde
Gobernación de Cundinamarca

ANEXO 2. ÍNDICE DE CIRCULARIDAD

Presentado a:
Secretaría del Bienestar Verde
Gobernación de Cundinamarca

Elaborado por:
Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia – CTA

Diciembre de 2024
Medellín - Colombia

ENTIDAD CERTIFICADA
CO-SC-CER303297 ST-CER655785
Secretaría de Bienestar Verde
/CundiGob @CundinamarcaGob
www.cundinamarca.gov.co

CONTENIDO

1 MARCO DE REFERENCIA PARA EL ÍNDICE DE CIRCULARIDAD 4
2 FORMULACIÓN DEL ÍNDICE DE CIRCULARIDAD 5
3 ÍNDICE DE CIRCULARIDAD 6
3.1.1 Componente circularidad de residuos (CResiduos) 8
3.1.2 Componente circularidad de agua (CAgua) 10
3.1.3 Componente energía 11
3.2 Cálculo del índice 12
3.3 Fuentes de información identificadas 13
3.3.1 Limitaciones y recomendaciones 17
4 RESULTADOS DEL ÍNDICE DE CIRCULARIDAD 17
4.1 Fómeque 18
4.2 Gachetá 19
4.3 Lenguazaque 19
4.4 Nemocón 20
4.5 Ubaté 20
4.6 Villapinzón 20
4.7 Zipaquirá 21
5 CONCLUSIONES 23

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1 Indicadores de interés para el índice de circularidad 5
Tabla 2 Índice de circularidad de acuerdo a los valores de porcentaje 7
Tabla 3. Reclasificación de indicadores en categorías para la medición del índice 12
Tabla 4. Principales fuentes de información usadas para el cálculo del Índice de Circularidad 15
Tabla 5 Municipios incluidos en el cálculo del índice de Circularidad 18
Tabla 6 Resultados del índice de Circularidad para 11 municipios del departamento de Cundinamarca 18

ENTIDAD CERTIFICADA
CO-SC-CER303297 ST-CER655785
Secretaría de Bienestar Verde
/CundiGob @CundinamarcaGob
www.cundinamarca.gov.co

ÍNDICE DE CIRCULARIDAD

Diferentes estudios a nivel mundial plantean la necesidad de definir a través de un índice diferentes aspectos de la economía circular con el fin de realizar un diagnóstico generalizado en diferentes escalas espaciales de implementación.

Construir un índice de circularidad en el marco de la Estrategia Departamental de Economía Circular de Cundinamarca proporciona una herramienta para medir y monitorear el grado de implementación de prácticas circulares en la región. De esta forma, se busca unificar aspectos clave para la economía circular como el uso eficiente de los recursos, la optimización del consumo de agua y energía, permitiendo de esta forma hacer un diagnóstico actual de la economía circular en la región y evaluar el progreso hacia la sostenibilidad.

1 MARCO DE REFERENCIA PARA EL ÍNDICE DE CIRCULARIDAD

Diferentes estudios a nivel mundial plantean la necesidad de definir a través de un índice diferentes aspectos de la economía circular con el fin de realizar un diagnóstico generalizado en diferentes escalas espaciales de implementación.

A nivel nacional, el Sistema de Indicadores Ambientales, de Sostenibilidad y Economía Circular (DANE, 2021) tiene como objetivo evaluar a escala nacional si las acciones de los diferentes agentes económicos están orientadas a reducir el consumo de recursos y a extender la vida útil de los materiales y bienes, así como a optimizar el uso de recursos esenciales como el agua y la energía. Para lograr esto, el sistema monitorea tres componentes clave:

1. Presión por la demanda de bienes y servicios ecosistémicos: evalúa cómo las actividades económicas impactan la demanda de recursos naturales.
2. Conservación o pérdida de valor de los materiales en el sistema productivo: mide el grado en que los materiales se mantienen en circulación dentro de la economía, evitando su pérdida prematura.
3. Presión en los ecosistemas por la disposición de residuos: analiza el impacto ambiental derivado de la gestión y disposición final de los residuos generados.

A nivel internacional, diversos referentes y organizaciones reconocen la utilidad de un índice de economía circular como una herramienta clave para medir el grado de circularidad y sostenibilidad de las ciudades.

Por ejemplo, el proyecto europeo CityLoops (Nordland Research Institut, 2023) se centra en medir el progreso de las ciudades hacia la implementación de la economía circular, con un enfoque en la

ENTIDAD CERTIFICADA
CO-SC-CER303297 ST-CER655785
Secretaría de Bienestar Verde
/CundiGob @CundinamarcaGob
www.cundinamarca.gov.co

sostenibilidad urbana. Estos indicadores abarcan diversos aspectos, desde la gestión de recursos, hasta la integración de modelos circulares en los sistemas de producción y consumo. Para esto, define múltiples indicadores enmarcados en cuatro elementos principales: Acciones de los interesados locales, modelos de negocio circulares y patrones de comportamiento, cerrar los ciclos y reducir el uso de los recursos y mejorar el bienestar humano y reducir los impactos ambientales.

Por su parte, (Kopp et al., 2024) subrayan que un índice bien diseñado no solo refleja las acciones concretas de las ciudades en términos ambientales, sino que también orienta el diseño de políticas públicas y facilita la comparación entre diferentes ciudades, ayudando a identificar áreas de mejora y mejores prácticas. Para esto, analizan indicadores enmarcados en el uso sostenible de materia prima y recursos, contaminación ambiental, cambio climático, huella ambiental, necesidades satisfechas, bienestar y equidad social, entre otros.

2 FORMULACIÓN DEL ÍNDICE DE CIRCULARIDAD

Para la formulación del Índice de Circularidad se definieron tres componentes principales en torno a los cuales se calculará el índice: Residuos, agua y energía, dada su relevancia en los procesos de circularidad desde diferentes enfoques y sectores. Posteriormente, se consideraron diferentes indicadores reportados en la literatura o implementados a escala nacional. La Tabla 1 relaciona algunos indicadores de interés para los componentes residuos, agua y energía.

Tabla 1 Indicadores de interés para el índice de circularidad

Categoría	Nombre del indicador
Residuos	Toneladas de materias primas provenientes de residuos usadas por las diferentes industrias
Residuos	Proporción de residuos para disposición final
Residuos	Cobertura de recolección selectiva
Residuos	Formalización de recicladores
Residuos	Formalización de ECA
Residuos	Tasa de aprovechamiento de residuos reciclables
Residuos	Tasa de aprovechamiento de residuos orgánicos
Residuos	Tasa de aprovechamiento de residuos RESPEL
Residuos	Tasa de aprovechamiento de residuos RCD
Energía	Consumo per cápita de energía
Energía	Intensidad Energética por Actividad Económica
Energía	Proporción de energías renovables

ENTIDAD CERTIFICADA
CO-SC-CER303297 ST-CER655785
Secretaría de Bienestar Verde
/CundiGob @CundinamarcaGob
www.cundinamarca.gov.co

Energía	Proporción energías renovables consumidas por actividad económica
Agua	Aguas residuales industriales tratadas de manera segura
Agua	Sistemas de ahorro de agua usados en la industria
Agua	Reusó de agua
Agua	Consumo de agua per cápita

Posterior a la identificación de indicadores generales que podrían integrar los componentes residuos, agua y energía se seleccionaron aquellos indicadores que pueden ser calculados en un ámbito nacional considerando una primera aproximación a la búsqueda de información. Adicionalmente, se consultó a un grupo de expertos pertenecientes al sector público y privado con los cuales se validaron los indicadores propuestos y además, se solicitó calificaran la importancia de los componentes y de los indicadores, definiendo de esta forma los pesos ponderados de los componentes del índice.

De acuerdo con estos resultados, tomando un valor del 100% general, para el componente de residuos se considera el 50% de importancia en el cálculo del índice, 30% para el componente agua y 20% para el componente de energía.

3 ÍNDICE DE CIRCULARIDAD

El Índice de Circularidad se estructura en componentes e indicadores que agrupan diversos aspectos relacionados con la circularidad, enfocándose en áreas clave como la gestión de residuos, el uso eficiente del agua y la energía, y la dinámica de estos recursos en los niveles departamental y municipal.

Este índice tiene como objetivo proporcionar una medida integral del grado de circularidad en un territorio, evaluando cómo los recursos son gestionados y reutilizados, así como el impacto de las políticas locales y regionales en la sostenibilidad. A través de estos componentes, se busca identificar áreas de mejora, promover la eficiencia de los recursos y orientar las decisiones hacia un modelo económico más sostenible, fomentando la adopción de prácticas circulares tanto en las actividades productivas como en la gestión de servicios públicos.

El índice está conformado por 3 componentes: Residuos, agua y energía, los cuales como se describe a continuación están estrechamente vinculados con la eficiencia de los sistemas productivos, la sostenibilidad ambiental y la reducción de impactos negativos sobre el entorno, razón por la cual incorporar estos tres componentes en el índice permite tener una visión integral de la circularidad.

Ecuación 1

ENTIDAD CERTIFICADA
CO-SC-CER303297 ST-CER655785
Secretaría de Bienestar Verde
/CundiGob @CundinamarcaGob
www.cundinamarca.gov.co

$$\textbf{Índice de Circularidad} = 0,5\textbf{CResiduos} + 0,3\textbf{CAgua} + 0,2\textbf{CEnergía}$$

Donde:

CResiduos: Circularidad de residuos

CAgua: Circularidad de agua

CEnergía: Circularidad de energía

Los resultados del Índice de Circularidad se presentan en porcentaje de acuerdo con la Tabla 2

Tabla 2 Índice de circularidad de acuerdo a los valores de porcentaje

Índice de Circularidad	Bajo	Medio Bajo	Medio	Medio Alto	Alto
Puntaje (%)	0-19	20-39	40-59	60-79	>80

Los resultados del Índice de Circularidad se presentan en porcentaje de acuerdo con la Tabla 2 y se define por 5 categorías:

Bajo (0-19%)

Este rango indica una gestión deficiente en términos de circularidad. Los municipios en esta categoría tienen una baja integración de prácticas circulares en la gestión de residuos, agua y/o energía, lo que podría asociarse con un uso ineficiente de los recursos, altos niveles de desperdicio y un impacto negativo en el medio ambiente.

Medio Bajo (20-39%)

Los municipios en este rango han comenzado a implementar algunas prácticas de circularidad, pero de manera limitada. Aunque hay esfuerzos iniciales, aún existen grandes oportunidades de mejora para optimizar la gestión y reutilización de recursos y reducir impactos ambientales.

Medio (40-59%)

Este rango representa un nivel intermedio de circularidad. Los municipios muestran avances significativos en la implementación de estrategias de economía circular, pero aún enfrentan desafíos para alcanzar un modelo sostenible integral. Hay una mezcla de prácticas eficientes y áreas que requieren fortalecimiento.

Medio Alto (60-79%)

ENTIDAD CERTIFICADA
CO-SC-CER303297 ST-CER655785
Secretaría de Bienestar Verde
/CundiGob @CundinamarcaGob
www.cundinamarca.gov.co

Los municipios en esta categoría han adoptado un enfoque más estructurado hacia la circularidad, logrando una gestión eficiente en la mayoría de los componentes (residuos, agua y energía). Sin embargo, todavía pueden fortalecerse algunos componentes en torno a la circularidad.

Alto (>80%)

Este rango refleja un alto desempeño en circularidad. Los municipios en esta categoría demuestran una gestión óptima de recursos, alineada con los principios de la economía circular. Han integrado de manera efectiva prácticas de circularidad en la gestión de residuos, agua y energía, sirviendo como ejemplos de buenas prácticas para otros territorios.

El Índice de Circularidad varía en un rango de 0 a 100, donde valores cercanos a 0 reflejan una menor adopción de prácticas circulares en la gestión de residuos, agua y energía, mientras que valores más altos indican un desempeño destacado en términos de circularidad. Este índice se desglosa en componentes específicos (residuos, agua y energía), cada uno conformado por diversos indicadores. Esta estructura permite un análisis detallado de los resultados, facilitando la identificación de buenas o malas prácticas dentro de cada componente. Así, se puede evaluar el desempeño particular de los municipios en cada área y orientar estrategias de mejora en los aspectos menos desarrollados.

Como se presenta posteriormente, para cada municipio se analiza el resultado general y el resultado de cada componente, identificando el potencial de mejora o la buena gestión municipal en circularidad de residuos, agua y energía.

3.1.1 Componente circularidad de residuos (CResiduos)

El componente de residuos en el Índice de Circularidad mide el grado en que un municipio gestiona y aprovecha los residuos generados, en el marco de un enfoque de economía circular. Este componente se evalúa a través de cinco indicadores clave, que permiten analizar tanto la eficiencia en la gestión de residuos como la adopción de prácticas sostenibles. Estos indicadores ofrecen una visión integral del manejo de residuos en el municipio y su contribución a la transición hacia una economía circular, orientada a maximizar la reutilización de recursos, y fomentar la reducción de residuos, disminuyendo así la presión sobre los recursos naturales y la necesidad de disposición final en vertederos.

Ecuación 2

$$\boldsymbol{CResiduos = R1 + R2 + R3 + R5 + R5}$$

Donde:

ENTIDAD CERTIFICADA
CO-SC-CER303297 ST-CER655785
Secretaría de Bienestar Verde
/CundiGob @CundinamarcaGob
www.cundinamarca.gov.co

R1: Tasa de aprovechamiento de residuos orgánicos

R2: Tasa de aprovechamiento de residuos inorgánicos

R3: Cobertura de aseo municipal

R4: Estaciones de Clasificación y Aprovechamiento de Residuos Sólidos (ECAs) por municipio

R5: Formalización de recicladores

3.1.1.1 Aprovechamiento de residuos orgánicos (R1)

Mide la proporción de residuos orgánicos aprovechados en un municipio comparado con la generación total de residuos del municipio. Refleja la capacidad del municipio para cerrar el ciclo de estos materiales y reducir la cantidad de residuos que terminan en vertederos.

Ecuación 3

$$\boldsymbol{R1 = \frac{Residuos\ org\acute{a}nicos\ aprovechados(ton/a\tilde{n}o)}{Total\ de\ residuos\ dispuestos\ (ton/a\tilde{n}o)}}$$

3.1.1.2 Tasa de aprovechamiento de residuos inorgánicos (R2)

Mide la proporción de residuos inorgánicos aprovechados en un municipio comparado con la generación total de residuos del municipio. Refleja la capacidad del municipio para cerrar el ciclo de estos materiales y reducir la cantidad de residuos que terminan en vertederos

Ecuación 4

$$\boldsymbol{R2 = \frac{Residuos\ inorg\acute{a}nicos\ aprovechados(ton/a\tilde{n}o)}{Total\ de\ residuos\ dispuestos\ (ton/a\tilde{n}o)}}$$

3.1.1.3 Cobertura de aseo municipal (R2)

Evalúa el alcance de los servicios de gestión de residuos en el municipio, reflejando la capacidad del gobierno local para proporcionar servicios de recolección, disposición y tratamiento de residuos a la población.

Ecuación 5

$$\boldsymbol{R3 = Cobertura\ de\ aseo\ municipal\ urbana\ y\ rural}\ (\%)$$

3.1.1.4 Estaciones de Clasificación y Aprovechamiento de Residuos Sólidos (ECAs) por municipio (R4)

Representan los puntos de infraestructura dedicados a la separación y tratamiento de residuos, y su distribución en el municipio es un indicativo de la red de gestión de residuos disponible.

ENTIDAD CERTIFICADA
CO-SC-CER303297 ST-CER655785
Secretaría de Bienestar Verde
/CundiGob @CundinamarcaGob
www.cundinamarca.gov.co

Ecuación 6

$$\boldsymbol{R4 = ECASs\ en\ el\ municipio}\ (\#)$$

3.1.1.5 Formalización de recicladores (R5)

Refleja el grado en que los recicladores informales han sido integrados al sistema formal de gestión de residuos, lo que promueve la inclusión social y el aumento de la eficiencia en el reciclaje.

Ecuación 7

$$\boldsymbol{R5 = \frac{Recicladores\ formalizados\ en\ el\ municipio}{Total\ recicladores\ en\ el\ municipio}}\ (\#)$$

3.1.2 Componente circularidad de agua (CAgua)

El componente de agua en un índice de circularidad evalúa el manejo y uso sostenible del recurso hídrico dentro del marco de la economía circular. Dada la relevancia del agua en la producción y el desarrollo económico su gestión eficiente es crucial para reducir la presión sobre los ecosistemas y promover prácticas sostenibles. Adicionalmente, en la economía circular, el agua no solo constituye un recurso para consumir, sino que es un elemento que puede ser gestionado, reutilizado y recirculado en diferentes etapas de los procesos productivos y en la vida cotidiana, reduciendo su uso de manera eficiente y promoviendo su conservación. La implementación de estos indicadores en el índice de circularidad ayuda a evaluar cómo los municipios avanzan hacia un modelo que optimiza el uso del agua, contribuye a la sostenibilidad y protege los recursos hídricos.

Ecuación 8

$$\boldsymbol{CAgua = A1 + A2}$$

Donde:

A1: Consumo de agua

A2: Recirculación de agua

3.1.2.1 Consumo de agua (A1)

Evalúa la cantidad total de agua por habitante utilizada en el municipio, tanto en sectores residenciales como industriales, comerciales y agrícolas. Un bajo consumo de agua en relación con la población o la actividad económica refleja un uso eficiente del recurso, lo cual es un pilar central de la economía circular, al indicar que puede haber mayor desperdicio del recurso o un uso más sostenible de este.

ENTIDAD CERTIFICADA
CO-SC-CER303297 ST-CER655785
Secretaría de Bienestar Verde
/CundiGob @CundinamarcaGob
www.cundinamarca.gov.co

Ecuación 9

$$\boldsymbol{A1} = \frac{\boldsymbol{Consumo\ total\ de\ agua\ en\ el\ municipio\ (m^3)}}{\boldsymbol{Habitantes\ del\ municipio\ (\#)}}$$

3.1.2.2 Recirculación de agua (A2)

Este indicador mide el porcentaje de agua que se reutiliza o recircula dentro del municipio. La recirculación de agua es una práctica clave en la economía circular, ya que reduce la necesidad de extraer nuevas fuentes de agua y minimiza la contaminación del recurso, contribuyendo a cerrar un ciclo cerrado en el uso del agua, alineándose con los principios de sostenibilidad y eficiencia.

Ecuación 10

$$A2 = \frac{Agua\ reusada\ en\ el\ municipio\ (m^3)}{Agua\ residual\ generada\ en\ el\ municipio\ (m^3)}$$

3.1.3 Componente energía

El componente de energía en el Índice de Circularidad mide cómo un municipio gestiona el consumo y la producción de energía, dentro de los principios de la economía circular. La transición hacia fuentes de energía más sostenibles y la optimización del consumo energético son esenciales para reducir el impacto ambiental y promover un modelo económico más eficiente y resiliente, dado que la reducción del consumo energético y la transición hacia energías renovables contribuyen a la eficiencia de los sistemas productivos, reducen los impactos ambientales y favorecen la creación de un ciclo más cerrado, donde se optimizan los recursos y se minimizan los residuos y las emisiones. Este componente permite evaluar el grado en que los municipios avanzan hacia un modelo energético más sostenible y alineado con los principios de la economía circular.

Ecuación 11

$$\boldsymbol{CEnergía} = \boldsymbol{E1} + \boldsymbol{E2}$$

Donde:

E1: Consumo de Energía

E2: Recirculación de Energía

ENTIDAD CERTIFICADA
CO-SC-CER303297 ST-CER655785
Secretaría de Bienestar Verde
/CundiGob @CundinamarcaGob
www.cundinamarca.gov.co

3.1.3.1 *Consumo de energía (E1)*

Cantidad total de energía consumida en el municipio por habitante. Un consumo de energía eficiente refleja un uso racional y optimizado de los recursos, lo cual es fundamental para la economía circular. Los resultados de este indicador buscan promover una reducción en el gasto energético y mejorar la eficiencia de los procesos.

Ecuación 12

$$\boldsymbol{E1 = \frac{Consumo\ total\ de\ energía\ en\ el\ municipio\ (terajulios)}{Habitantes\ del\ municipio\ (\#)}}$$

3.1.3.2 *Energías renovables (E2)*

Producción de energía proveniente de fuentes renovables, como la solar, eólica. La integración de energías renovables en la producción de energía local es un aspecto clave de la economía circular, ya que reduce la dependencia de fuentes no renovables, minimiza las emisiones de gases de efecto invernadero y promueve la sostenibilidad a largo plazo.

Ecuación 13

$$\boldsymbol{E2 = Generación\ de\ energía\ municipal\ de\ fuentes\ renovables\ (MV)}$$

3.2 Cálculo del índice

De acuerdo con la Ecuación 1, el cálculo del índice involucra la suma de indicadores asociados a información diferente, lo que implica que además tengan unidades diferentes que imposibilitan la suma directa. Es por esto, que es necesario definir una reclasificación de cada indicador a través de los cuales se determinan valores alto, medio y bajo de acuerdo con la naturaleza de los datos.

Este primer cálculo del índice solo se realiza para 7 municipios, por lo cual el volumen de información es limitado, sin embargo, para la reclasificación se definieron intervalos a través de cuantiles, considerando los valores de cada indicador para cada uno de los municipios. Los rangos originales que toma cada indicador y la reclasificación definida de acuerdo con la categoría alto, medio y bajo, se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Reclasificación de indicadores en categorías para la medición del índice

Indicador	Rango	Unidad de medición	Valor	Significado
R1	0	%	0	Bajo

ENTIDAD CERTIFICADA
CO-SC-CER303297 ST-CER655785
Secretaría de Bienestar Verde
/CundiGob @CundinamarcaGob
www.cundinamarca.gov.co

Indicador	Rango	Unidad de medición	Valor	Significado
	0,5-10		0,5	Medio
	>10		1	Alto
R2	0	%	0	Bajo
	0,5-10		0,5	Medio
	>10		1	Alto
R3	0-30	%	0	Bajo
	31-70		0,5	Medio
	>70		1	Alto
R4	0	#	0	Bajo
	1-10		0,5	Medio
	>10		1	Alto
R5	0	%	0	Bajo
	1-20		0,5	Medio
	>20		1	Alto
A1	>15	m^3/año/habitante	0	Bajo
	5-15		0,5	Medio
	1-5		1	Alto
A2	Pendiente	%	0	Bajo
			0,5	Medio
			1	Alto
E1	Pendiente	Terajulios/habitante	0	Bajo
			0,5	Medio
			1	Alto
E2	0	MV/municipio	0	Bajo
	0-20		0,5	Medio
	>20		1	Alto

Una vez definidos los valores de cada indicador de acuerdo con los rangos de reclasificación, es posible calcular la Ecuación 1 para determinar el índice de Circularidad.

El detalle de los cálculos se relaciona en el ANEXO4.

3.3 Fuentes de información identificadas

Para el cálculo del índice, se identificaron principalmente fuentes de información públicas, lo que subraya la importancia de establecer alianzas con otros actores clave, como el Clúster del Agua y Economía Circular y la iniciativa Bogotá Región Circular. A través de estas colaboraciones, se podrán

ENTIDAD CERTIFICADA
CO-SC-CER303297 ST-CER655785
Secretaría de Bienestar Verde
/CundiGob @CundinamarcaGob
www.cundinamarca.gov.co

obtener nuevos datos de calidad que faciliten y enriquezcan el cálculo del índice a una escala municipal.

Actualmente no se tiene información para el cálculo del indicador asociado a reúso de agua ni consumo de energía per cápita a nivel municipal. Sin embargo, a pesar de la falta de fuentes de información a escala municipal, es fundamental destacar la importancia de incluir estos indicadores en el análisis. Además, se debe fomentar la generación de nuevos datos en fases posteriores de la Estrategia, así como promover su recopilación a través de diversas estrategias departamentales. Esto debe realizarse con la participación de los actores clave relacionados con el sistema de uso del agua y la economía circular, lo que permitirá una comprensión más completa y precisa de la gestión hídrica en el contexto local.

Las fuentes de información utilizadas para el cálculo del índice se presentan en la Tabla 4.

ENTIDAD CERTIFICADA
CO-SC-CER303297 ST-CER655785
Secretaría de Bienestar Verde
/CundiGob @CundinamarcaGob
www.cundinamarca.gov.co

Tabla 4. Principales fuentes de información usadas para el cálculo del Índice de Circularidad

Categoría	Indicador	Descripción	Fuentes de información identificadas y año de la información
Residuos	Tasa de aprovechamiento de residuos orgánicos	Residuos orgánicos aprovechados (ton/año)/residuos generados (ton/año)	Numerador: PGRIS municipales – Año de última actualización de cada PGIRS Denominador: Superintendencia de Servicios Públicos[1] Secretaría del Bienestar Verde - Reportes de residuos dispuestos en Mondoñedo en los últimos 3 años
	Tasa de aprovechamiento de residuos inorgánicos	Residuos inorgánicos aprovechados (ton/año)/residuos generados (ton/año)	Numerador: PGRIS municipales - Año de última actualización de cada PGIRS Denominador: Reportes de residuos dispuestos en Mondoñedo – Años 2022, 2023 y 2024 (Al mes de agosto)
	Cobertura de aseo municipal	Cobertura urbana y rural de aseo a nivel municipal (%)	Departamento Nacional de Planeación[2] - Año 2024
	Estaciones de Clasificación y Aprovechamiento de Residuos Sólidos (ECAs) por municipio	ECAs(#)/municipio	PGRIS municipales - Año de última actualización de cada PGIRS
	Formalización de recicladores	Recicladores formalizados en el municipio/Número total de recicladores en el municipio	PGRIS municipales - Año de última actualización de cada PGIRS

[1] https://sui.superservicios.gov.co/
[2] https://terridata.dnp.gov.co/

Categoría	Indicador	Descripción	Fuentes de información identificadas y año de la información
Agua	Consumo de agua	Consumo per cápita por municipio	Superintendencia de Servicios Públicos – Años 2014 a 2021
	Reúso de agua	Agua reusada en el municipio (m^3)/(Agua residual generada en el municipio (m^3)	Numerador: Pendiente de información Denominador: Superintendencia de Servicios Públicos
Energía	Consumo de energía eléctrica	Consumo de energía/#habitantes	Numerador: Pendiente de información a nivel municipal. Fuentes posibles: ENEL Superintendencia de Servicios Públicos
	Energías renovables	Capacidad de generación por municipio de energías no convencionales (eólica, térmica, biomasa)	Unidad de Planeación Minero-Energética[3] - Año 2024

[3]https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiMmMyZmM1MGMtNzExZC00NzJlLTk5ODAtNWUyMzYxMGMwMGYzIiwidCI6IjMzZWYwNmM5LTBiNjMtNDg3MC1hNTY1LWIzYzc5NWIxNmE1MyIsImMiOjR9

ENTIDAD CERTIFICADA
CO-SC-CER303297 ST-CER655785
Secretaría de Bienestar Verde
/CundiGob @CundinamarcaGob
www.cundinamarca.gov.co

3.3.1 Limitaciones y recomendaciones

Es evidente que la determinación del índice de circularidad depende de la disponibilidad y el nivel de detalle de la información a escala municipal, que permita identificar variaciones espaciales y realizar un análisis profundo de la circularidad en los municipios del departamento de Cundinamarca. La falta de datos detallados a esta escala se reconoce como una limitación significativa en la formulación de indicadores y en la configuración final del índice. Sin embargo, definir un índice en el marco de la Estrategia, permite afianzar procesos futuros de recolección de información, con datos robustos, suficientes y de calidad que permitan resultados cada vez más representativos de la dinámica municipal en temas de circularidad. Este índice no solo servirá como diagnóstico, sino que también facilitará el monitoreo continuo de la implementación de la estrategia y el seguimiento de los avances en términos de economía circular en la región.

Es importante considerar que calcular un índice de circularidad con componentes como residuos, agua y energía a nivel municipal resulta complejo debido a la escasez de datos suficientes y actualizados. Sin embargo, con la implementación de estrategias para mejorar la recolección de datos y su procesamiento a escala local, se podrán hacer estimaciones más precisas y brindar una herramienta útil para la toma de decisiones y la planificación de políticas públicas en torno a la economía circular.

Los PGIRS municipales son importantes fuentes de información, sin embargo, algunos de los municipios tienen el plan actualizado al año 2016, por lo que, a pesar de ser una fuente oficial de información, se reconoce que la información puede estar desactualizada con respecto a la dinámica actual de la gestión de residuos.

4 RESULTADOS DEL ÍNDICE DE CIRCULARIDAD

El Índice de Circularidad se calculó para los municipios de Fómeque, Gachetá, Lenguazaque, Nemocón, Ubaté, Villapinzón y Zipaquirá, priorizando aquellos municipios que coinciden en la delimitación espacial de uno o varios nodos definidos previamente. Los resultados del Índice de Circularidad se presentan a continuación:

Municipio	CirResiduos (%)	CirAgua(%)	CirEnergía(%)	Índice de Circularidad (%)	Resultado
Fómeque	50,0	0	0	25	Medio Bajo
Gachetá	20,0	100	0	30	Medio Bajo
Lenguazaque	30,0	50	100	55	Medio Bajo

ENTIDAD CERTIFICADA
CO-SC-CER303297 ST-CER655785
Secretaría de Bienestar Verde
/CundiGob @CundinamarcaGob
www.cundinamarca.gov.co

Municipio	CirResiduos (%)	CirAgua(%)	CirEnergía(%)	Índice de Circularidad (%)	Resultado
Nemocón	10,0	50	0	15	Bajo
Ubaté	50,0	0	50	40	Medio
Villapinzón	10,0	100	0	25	Medio Bajo
Zipaquirá	80,0	0	0	40	Medio

El Índice de Circularidad se calculó para los municipios de Fómeque, Gachetá, Lenguazaque, Nemocón, Ubaté, Villapinzón y Zipaquirá, priorizando aquellos municipios que coinciden en la delimitación espacial de uno o varios nodos definidos previamente (Tabla 5).

Tabla 5 Municipios incluidos en el cálculo del índice de Circularidad

Municipio	Nodo (s) al que pertenece
Fómeque	Nodo Turístico
Gachetá	Nodo Turístico
Lenguazaque	Nodo Lechero – Nodo Minero
Nemocón	Nodo Lechero – Nodo Minero
Ubaté	Nodo Lechero – Nodo Minero
Villapinzón	Nodo Curtiembres

Los resultados del Índice de Circularidad se presentan en la Tabla 6.

Tabla 6 Resultados del índice de Circularidad para 11 municipios del departamento de Cundinamarca

Municipio	CirResiduos (%)	CirAgua(%)	CirEnergía(%)	Índice de Circularidad (%)	Resultado
Fómeque	50,0	0	0	25	Medio Bajo
Gachetá	20,0	100	0	30	Medio Bajo
Lenguazaque	30,0	50	100	55	Medio Bajo
Nemocón	10,0	50	0	15	Bajo
Ubaté	50,0	0	50	40	Medio
Villapinzón	10,0	100	0	25	Medio Bajo
Zipaquirá	80,0	0	0	40	Medio

4.1 Fómeque

Índice de Circularidad: 25%, Resultado: Medio Bajo

El municipio ha comenzado a implementar algunas prácticas de circularidad, pero de manera limitada. Aunque hay esfuerzos iniciales, aún existen grandes oportunidades de mejora en temas de circularidad.

ENTIDAD CERTIFICADA
CO-SC-CER303297 ST-CER655785
Secretaría de Bienestar Verde
/CundiGob @CundinamarcaGob
www.cundinamarca.gov.co

- CirResiduos (50%): El manejo de residuos en Fómeque es relativamente eficiente, con un porcentaje moderado.
- CirAgua (0%): No se evidencia un enfoque hacia la gestión sostenible del agua en el municipio.
- CirEnergía (0%): El municipio no muestra avances en el uso de energías renovables ni en la optimización del consumo energético, lo que refleja una falta de acciones hacia la circularidad energética.

4.2 Gachetá

Índice de Circularidad: 30%, Resultado: Medio Bajo

El municipio ha comenzado a implementar algunas prácticas de circularidad, pero de manera limitada. Aunque hay esfuerzos iniciales, aún existen grandes oportunidades de mejora en temas de circularidad.

- CirResiduos (20%): El manejo de residuos en Gachetá es bajo, lo que indica una deficiencia en el manejo de residuos en comparación con los otros municipios evaluados.
- CirAgua (100%): Gachetá presenta un consumo reducido de agua por habitante en comparación con los otros municipios, lo que sugiere una mejor gestión del agua en el municipio.
- CirEnergía (0%): Al igual que Fómeque, Gachetá no muestra avances en el uso de energías renovables ni en la mejora del consumo energético.

4.3 Lenguazaque

Índice de Circularidad: 55%, Resultado: Medio Bajo

El municipio ha comenzado a implementar algunas prácticas de circularidad, pero de manera limitada. Aunque hay esfuerzos iniciales, aún existen grandes oportunidades de mejora en temas de circularidad.

- CirResiduos (30%): El aprovechamiento de residuos es moderado, con un potencial significativo para mejorar.
- CirAgua (50%): La gestión del agua es medianamente eficiente, lo que indica que hay áreas de oportunidad para mejorar la sostenibilidad hídrica.
- CirEnergía (100%): Lenguazaque ha logrado un mayor nivel de utilización de energías renovables en comparación con los otros municipios, asociado al uso de energías térmicas para la generación de energía.

ENTIDAD CERTIFICADA
CO-SC-CER303297 ST-CER655785
Secretaría de Bienestar Verde
/CundiGob @CundinamarcaGob
www.cundinamarca.gov.co

4.4 Nemocón

Índice de Circularidad: 15%, Resultado: Bajo

El municipio muestra una gestión deficiente en términos de circularidad, con una baja integración de prácticas circulares en la gestión de residuos, agua y energía.

- CirResiduos (10%): El manejo de residuos es deficiente, lo que indica una baja eficiencia en el aprovechamiento de residuos y resalta la necesidad de implementar estrategias orientadas a una mejor gestión de los residuos. Los resultados se deben a la falta de información publicada en cuanto a la formulación e implementación del PGIRS.
- CirAgua (50%): Aunque la gestión del agua es moderada, aún existen oportunidades para mejorar su eficiencia.
- CirEnergía (0%): No hay evidencia de uso de energías renovables ni de optimización en el consumo energético

4.5 Ubaté

Índice de Circularidad: 40%, Resultado: Medio

El municipio tiene un nivel intermedio de circularidad, con avances significativos en la implementación de estrategias de economía circular, pero aún con desafíos para alcanzar un modelo integral.

- CirResiduos (50%): La gestión de residuos es relativamente buena, con una eficiencia moderada en el aprovechamiento de los mismos.
- CirAgua (0%): Ubaté no muestra avances en la gestión sostenible del agua, al indicar un mayor consumo de agua por habitante en comparación con los otros municipios evaluados.
- CirEnergía (50%): El municipio tiene un enfoque moderado en la utilización de energías renovables relacionado con el uso de energía solar.

4.6 Villapinzón

Índice de Circularidad: 25%, Resultado: Medio Bajo

El municipio ha comenzado a implementar algunas prácticas de circularidad, pero de manera limitada. Aunque hay esfuerzos iniciales, aún existen grandes oportunidades de mejora en temas de circularidad.

- CirResiduos (10%): El aprovechamiento de residuos es bajo, lo que indica que hay un potencial significativo para mejorar la gestión de residuos.
- CirAgua (100%): Al igual que Gachetá, Villapinzón muestra una mayor gestión del agua, asociado a un menor consumo per cápita.
- CirEnergía (0%): El municipio no ha avanzado en la incorporación de energías renovables ni en la eficiencia energética.

ENTIDAD CERTIFICADA
CO-SC-CER303297 ST-CER655785
Secretaría de Bienestar Verde
/CundiGob @CundinamarcaGob
www.cundinamarca.gov.co

4.7 Zipaquirá

Índice de Circularidad: 40%, Resultado: Medio

El municipio tiene un nivel intermedio de circularidad, con avances significativos en la implementación de estrategias de economía circular, pero aún con desafíos para alcanzar un modelo integral.

- CirResiduos (80%): Zipaquirá se destaca por su eficiente gestión de residuos en comparación con los otros municipios evaluados.
- CirAgua (0%): No hay avances significativos en la gestión del agua, lo que limita el desempeño general del municipio y reduce los resultados del índice de circularidad. Esto se debe a que el municipio tiene un alto consumo per cápita de agua.
- CirEnergía (0%): El municipio tampoco ha implementado medidas significativas en términos de energías renovables o eficiencia energética.

De manera general, como se muestra en la Ilustración 1 los municipios presentan un índice variado, manteniéndose en un rango medio a bajo en términos de economía circular. En general, la gestión de residuos parece ser el componente más avanzado, con varios municipios alcanzando puntuaciones relativamente altas. Sin embargo, los componentes de agua y energía requieren atención en la mayoría de los municipios al presentar bajos valores. La gestión del agua es destacada en Gachetá y Villapinzón, mientras que la transición hacia energías renovables es un área crítica para la mayoría de los municipios. En general, los resultados sugieren que muchos municipios están en una fase temprana de implementación de principios de economía circular, con una necesidad marcada de fortalecer la gestión de residuos, agua y energía, lo que abre las puertas a nuevos enfoques y resalta la importancia de implementar la Estrategia Departamental de Economía Circular.

Estos resultados son una línea base para el análisis de la circularidad en el departamento de Cundinamarca, se espera posteriormente avanzar en la medición en otros municipios y robustecer en alianza con otros actores, el sistema de información a nivel departamental en temas de circularidad.

El cálculo del Índice de Circularidad puede consultarse en el ANEXO3_RESULTADOS_INDICE_CIRCULARIDAD.

ENTIDAD CERTIFICADA
CO-SC-CER303297 ST-CER655785
Secretaría de Bienestar Verde
/CundiGob @CundinamarcaGob
www.cundinamarca.gov.co



ÍNDICE DE CIRCULARIDAD

Municipio	Puntaje	Clasificación
Fómeque	25	Medio Bajo
Gachetá	32	Medio Bajo
Lenguazaque	46	Medio Bajo
Nemocón	16	Bajo
Ubaté	46	Medio
Villapinzón	26	Medio Bajo
Zipaquirá	43	Medio

ÍNDICE DE CIRCULARIDAD	Bajo	Medio Bajo	Medio	Medio Alto	Alto
PUNTAJE (%)	0 - 19	20 - 39	40 - 59	60 - 79	>80

Ilustración 1 Resultados índice de Circularidad para los 7 municipios

ENTIDAD CERTIFICADA
CO-SC-CER303297 ST-CER655785

5 CONCLUSIONES

Los resultados del Índice de Circularidad muestran que la gestión de residuos es el componente más avanzado en los municipios, con varios alcanzando puntuaciones relativamente altas. Sin embargo, los componentes de agua y energía presentan puntuaciones bajas en la mayoría de los municipios, lo que indica que estos aspectos requieren una atención prioritaria. A pesar de los avances en residuos, es evidente que se necesita un esfuerzo adicional para impulsar la eficiencia y sostenibilidad en la gestión del agua y la transición hacia energías renovables.

Los municipios del departamento se encuentran en una fase inicial de implementación de principios de economía circular. Aunque se observan avances en algunos componentes, como residuos, la mayoría de los municipios aún enfrentan desafíos significativos para integrar un enfoque de circularidad en su gestión. Esto resalta la importancia de la implementación de la Estrategia Departamental de Economía Circular, que debe ser un proceso continuo de fortalecimiento, aprendizaje y adaptación.

El Índice de Circularidad es una herramienta clave para evaluar la gestión eficiente y circular de los recursos, permitiendo medir el impacto de las políticas locales y regionales en la sostenibilidad. Este índice proporciona una visión integral de la circularidad a nivel municipal y departamental, lo que permite identificar áreas críticas para la mejora. Aunque la falta de datos detallados limita la precisión del índice en algunos municipios, este sigue siendo fundamental como diagnóstico y para guiar la toma de decisiones hacia un modelo económico más sostenible.

La falta de información detallada a escala municipal es una limitación importante para la formulación de indicadores precisos. Sin embargo, la implementación de estrategias para mejorar la recolección y procesamiento de datos permitirá realizar estimaciones más exactas, lo que contribuirá a obtener una visión más precisa y útil de la dinámica de circularidad en los municipios. Es esencial avanzar en la creación de un sistema de datos robusto, suficiente y de calidad que pueda apoyar la toma de decisiones.

ENTIDAD CERTIFICADA
CO-SC-CER303297 ST-CER655785
Secretaría de Bienestar Verde
/CundiGob @CundinamarcaGob
www.cundinamarca.gov.co