

# Análisis factorial de elementos de gestión de calidad en los procesos de las empresas de reciclaje en Bogotá\*

## Estudio de caso: empresas de reciclaje de la localidad Rafael Uribe Uribe

*Factorial Analysis of Quality Management Elements in the Processes of Recycling Companies in Bogota*

*Case Study: Recycling Companies in the Locality of Rafael Uribe Uribe*

Arcadio Cervera Muñoz<sup>a</sup>

### RESUMEN

Este artículo presenta los resultados de evaluación de la calidad de los procesos en las empresas de reciclaje de la localidad de Rafael Uribe Uribe, en Bogotá. Se establecen los elementos teóricos manejados relacionados con la calidad de los procesos en estas empresas, para luego analizar la relación de las variables independientes de productividad, competitividad e innovación con la variable dependiente de calidad, considerando estudios e investigaciones al respecto. De esta manera, entendiendo las variables consideradas, es posible definir conceptos. Con esta información se crea y valida un instrumento mediante el cual se analizan estadísticamente los datos recopilados en campo, y se establecen las correlaciones de todas las variables con sus respectivas dimensiones. Al mismo tiempo, se realiza un análisis factorial para identificar la interdependencia de las variables y determinar la explicación de cada una. Los resultados revelaron baja calidad en los procesos de las empresas de reciclaje: se manejan muy informalmente, y el aprovechamiento de los recursos resulta inapropiado; en consecuencia, es necesario establecer un mejoramiento de procesos, con el fin de organizar las empresas de reciclaje en Bogotá.

**PALABRAS CLAVE:** calidad; reciclaje; productividad; competitividad; innovación.

### ABSTRACT

This article presents the results of the quality evaluation of the processes in the recycling companies, in the Rafael Uribe Uribe locality, in Bogota. Theoretical elements related to the quality of the processes in these companies are established, and the relationship of the independent variables of productivity, competitiveness, and innovation with the dependent variable of quality are analyzed, considering studies and research on the subject. In this way, understanding the variables considered, it is possible to define concepts. With this information, an instrument is created and validated through which collected field data are statistically analyzed, and the correlations of all the variables with their respective dimensions are established. At the same time, factor analysis is performed to identify the interdependence of the variables and determine the explanation for each one. The results revealed low quality in the processes of the recycling companies: they are managed very informally, and the use of resources is inappropriate; consequently, it is necessary to set up a process improvement to organize recycling companies in Bogota.

**KEYWORDS:** quality; recycling; productivity; competitiveness; innovation.

\* Este artículo es resultado de la investigación titulada "Mejoramiento de la gestión de procesos empresariales en las organizaciones de la ciudad de Bogotá", financiada por la Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia.

a Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia. [arcervera@unisalle.edu.co](mailto:arcervera@unisalle.edu.co) ORCID [A. Cervera Muñoz](#): 0000-0002-5810-537X

Recepción: 31 de mayo de 2021. Aprobación: 23 de septiembre de 2021.

## Introducción

Hoy en día, la correcta gestión de los procesos en las organizaciones permite determinar cuál el recorrido más apropiado para conocer la realidad de las áreas de una empresa, y de esta manera lograr los objetivos trazados dentro de una gestión propuesta (Alfonso y Ospina, 2020).

Autores como Bodes y Ruiz (2020) plantean que las organizaciones deben evaluar sus procesos de manera que puedan alcanzar un mejoramiento continuo, sostenido en el tiempo, apoyándose en instrumentos, metodologías y herramientas de análisis. Por esta razón, la calidad se ha convertido en un medio para lograr esta mejora, ya que está demostrado que aquellas empresas que cuentan con calidad en sus procesos productivos mejoran su desempeño, tanto en el mercado local como internacional, lo que se refleja en incrementos en sus ventas y exportaciones (Lizarzaburu, 2016).

En este sentido, la calidad está relacionada con el mejoramiento de los procesos internos de la empresa, ya que en la medida que se busquen optimizarlos, los clientes estarán más satisfechos, porque recibirán productos o servicios de mejor calidad y con mayor rapidez (Pulido et al., 2020). Por lo tanto, se mejora la productividad en una organización, ya que se reducen los desperdicios, y las repeticiones de procesos o trabajos; y, por consiguiente, se alcanza mayor competitividad.

Particularmente, en las empresas de reciclaje en Latinoamérica y, en especial las dedicadas a la recolección de residuos sólidos, existen problemas con sus metodologías de gestión de residuos, como lo afirman Navarrete y Navarrete (2018), debido a varios factores: primero, porque las políticas gubernamentales de apoyo son restrictivas y evitan la expansión de sistemas formales de gestión de residuos; segundo, porque la competencia de recolección de residuos con otras alternativas de aprovechamiento de residuos sólidos se promueve sin la intervención del gobierno; y tercero, porque el apoyo en la selección de residuos sólidos se fundamenta en políticas locales.

Ahora según Tovar (2018), las empresas de reciclaje de Bogotá presentan obstáculos relacionados con la maquinaria y el equipamiento para llevar a cabo sus procesos de operación; pues afloran el

escaso manejo de los volúmenes de material aprovechable y la carencia de lugares adecuados de trabajo. Por lo tanto, es importante analizar la interdependencia de cada uno de estos procesos, para optimizar sus tiempos y movimientos por separado, a través de aportes determinantes a las políticas de calidad de la empresa, donde se encuentren una apropiada correlación y funcionabilidad de los procesos productivos.

De la misma manera, la innovación y la calidad en este tipo de empresas guardan una relación muy estrecha. Así lo afirma Rateau (2017), para quien la innovación efectivamente mejora el manejo y aprovechamiento de los residuos sólidos, disminuyendo costos debido a los gastos por el desvío de una parte de las toneladas de residuos hacia los rellenos sanitarios. El mismo estudio aplica la innovación para crear un modelo común socioinstitucional, que incluya a numerosos actores de la cadena de reciclaje.

Por lo tanto, el problema planteado en esta investigación se enfocó en determinar cómo, a través de la productividad, competitividad e innovación como elementos que deben trabajarse de manera sistémica para lograr un mejoramiento continuo, la calidad de los procesos en las empresas de reciclaje influye, y cómo se pueden optimizar los métodos de trabajo y las políticas de calidad.

En primer lugar, se introducen las variables de trabajo escogidas que influyen sobre la calidad de los procesos en las empresas de reciclaje. A continuación, se presentan los resultados de la técnica factorial aplicada a los datos obtenidos de una encuesta realizada en estas empresas, que busca encontrar las relaciones de sus operaciones internas de calidad de los procesos y el impacto en la productividad, competitividad e innovación. Por último, se presentan algunas conclusiones y recomendaciones.

## Definición de las variables objeto de estudio

El trabajo comenzó conceptualizando los factores influyentes en la calidad de los procesos de las empresas de reciclaje, mediante investigaciones sobre métodos en este tipo de industrias, los estudios realizados al sector del reciclaje en Bogotá y documentos publicados por entidades reconocidas (instituciones educativas, organizaciones del Estado o empresas).

Cuando se identificaron se procedió al análisis para establecer los elementos que deben trabajarse de manera sistémica, con la finalidad de desarrollar una comprensión del fenómeno y sus alcances, que pueden contribuir con el mejoramiento de los procesos en estas organizaciones.

De esta manera se definieron conceptos para entender las variables tomadas en cuenta: productividad,

competitividad e innovación, y así contextualizar y definir las dimensiones e indicadores.

Como muestra, la Tabla 1 define las variables tratadas, después de una revisión teórica de la descripción de la calidad en los procesos organizacionales, de los factores y variables generales que influyen en esta y que afectan los procesos en este tipo de empresas.

**Tabla 1.** Definiciones conceptuales y operacionales

Variable independiente	Definición real	Definición operacional	Empresas de reciclaje
Productividad	La productividad es el resultado de la sinergia entre la tecnología, la organización y el talento humano, combinada en forma óptima y equilibrada con los recursos para la obtención de los objetivos (Jaimes et al., 2018).	La productividad se puede definir como la forma en que se utilizan los factores de producción en la generación de bienes y servicios para la sociedad, se mide en función del insumo empleado para alcanzar una producción determinada (Reales et al., 2020). La productividad es la relación entre la producción obtenida por un sistema de bienes o servicios y los recursos utilizados para obtenerlas.	La productividad en este tipo de empresas se evalúa de acuerdo a los métodos de reciclaje, las cantidades de material recolectado y las ventas, que son informales y funcionan paralelamente a los sistemas de recolección y transporte, y los sitios de disposición final establecidos por el Estado (García et al., 2020). De la misma manera, la recuperación de materiales en Bogotá es compleja, solo se visibiliza con la acción del reciclador (recogedor de los materiales reciclables) en su acción directa en la calle; además, los altos costos generados por la intermediación en los diferentes eslabones de la cadena constituyen un serio problema.
Competitividad	Es la capacidad de las empresas para producir bienes y servicios de forma eficiente (precios decrecientes y calidad creciente), de tal manera que puedan competir y lograr mayor cuotas de mercado, tanto dentro como fuera del país.	Es la capacidad que tienen las empresas de un sector, que por su capacidad productiva, costos inferiores y mayor calidad, puede alcanzar mayores niveles de éxito en comparación con las demás, y se medirá a través de la implementación de estrategias de competitividad.	La competitividad en las empresas de reciclaje se da en particular por el desarrollo de su cadena de valor y de un mercado rentable. Pero específicamente este mercado se asocia con aspectos sociales y ambientales que se pueden potencializar para beneficiar a la sociedad mediante modelos de negocios inclusivos (Corredor, 2010).
Innovación	La innovación desde el punto de vista científico se define de dos maneras diferentes: como el resultado exitoso de nuevas ideas o productos, y como la aplicación de nuevas maneras para viejos procedimientos (Piña y Senior, 2020).	La innovación se puede entender como un proceso que incluye todas las operaciones de la empresa, permitiendo la mezcla de capacidades técnicas, financieras, comerciales y administrativas (Robayo, 2016). Las organizaciones pueden encaminar su esfuerzo innovador hacia mecanismos de aprendizaje, que favorezcan la introducción de mejoras en sus productos o procesos, y no únicamente hacia un enfoque basado en actividades de investigación y desarrollo (Álvarez y Miguel, 2007).	La innovación en las empresas de reciclaje está relacionada con los cambios que se presentan en la articulación de los procesos productivos dentro de la cadena de reciclaje, donde la utilización de insumos intermedios y la generación de valor definen cada uno de los eslabones de la cadena (Corredor, 2010).

*Nota.* Se muestran las variables y su relación con las empresas de reciclaje. Tabla de elaboración propia.

Las definiciones operacionales anteriores ayudan a establecer la manera en la que se medirán todas las variables. El método para analizar tanto la variable dependiente como las variables independientes será la aplicación de un instrumento para medir la productividad, competitividad e innovación de los procesos de las empresas de reciclaje.

Las dimensiones ayudan a separar los elementos que influyen directamente en las variables independientes; de esta manera es posible enfocarlas en la creación de indicadores. Se precisaron teniendo en cuenta la operatividad de las variables de la investigación, que parte de la definición conceptual y operacional de cada una de estas. Las dimensiones formuladas son: número total de trabajadores, productividad diaria, número de proveedores,

dificultades en el reciclaje, dinamismo de la actividad, motivación de las innovaciones, efectividad en la recolección y oportunidad de comercialización.

En cuanto a los indicadores identificados (ver Tabla 2) se incluyeron: horas trabajadas por empleado, cantidad promedio de material recolectado, ventas promedio de material reciclado, cantidad de proveedores disponibles, dificultades en el reciclaje, frecuencia promedio en las innovaciones, motivación de las innovaciones, porcentaje promedio de material no recuperable y tiempo promedio de respuesta.

## Metodología

El objetivo de la investigación consiste en determinar en qué medida la productividad, innovación y

**Tabla 2.** Operatividad de las variables

Variable	Dimensión	Indicadores	Ítem N.º
Productividad	Número total de trabajadores	Horas trabajadas por empleado	1. ¿Cuántas personas trabajan en las operaciones de reciclaje actualmente en su empresa? a) 2 b) 5 c) 7 d) 10 e) más de 10
	Productividad diaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cantidad promedio de material recolectado</li> <li>Ventas promedio de material reciclado</li> </ul>	2. ¿Cuál es el peso aproximado de papel, cartón y plegadiza recolectado mensualmente por la empresa? a) 0-6,99 toneladas b) 7-12,99 toneladas c) 13-19,99 toneladas d) más de 20 toneladas 3. ¿Cuál es el valor aproximado de plásticos y sus derivados facturados por la empresa mensualmente? a) 0-1,99 millones (COP) b) 2-4,99 millones (COP) c) 5-7,99 millones (COP) d) más de 8 millones (COP)
Innovación	Dinamismo de la actividad	<ul style="list-style-type: none"> <li>Frecuencia promedio en las innovaciones</li> <li>Motivación de las innovaciones</li> </ul>	4. Al considerar los cambios realizados frecuentemente para el manejo de sus procesos, ¿cuántas innovaciones han hecho al producto o al proceso? a) 0-5 b) 6-10 c) 11-15 d) otro 5. ¿Dónde y cómo encontrar ideas, conocimientos, contactos, mercado y datos para mejorar la empresa? a) clientes b) proveedores c) internet d) revistas e) otros
Competitividad	<ul style="list-style-type: none"> <li>Efectividad en la recolección</li> <li>Oportunidad de comercialización</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Porcentaje promedio de material no recuperable</li> <li>Tiempo promedio de respuesta</li> </ul>	6. ¿Cuál es el porcentaje mensual de material no recuperable de vidrio y sus derivados? a) 0-0,99 b) 1-1,99 c) 2-2,99 d) más de 3 7. ¿Cuál es el porcentaje mensual de recuperación de plásticos y sus derivados? a) 95-100 b) 90-94,99 c) 85-89,99 d) menos de 85

*Nota.* Aquí se constata cómo se estableció la operatividad por dimensiones, indicadores, e ítems o preguntas. Tabla de elaboración propia.

competitividad influyen en la calidad de los procesos en las empresas de reciclaje de la localidad de Rafael Uribe Uribe, en Bogotá. Para esto se desarrolló una investigación de tipo no experimental-cuantitativo, y transversal de tipo correlacional, pues se pretende conocer la relación existente entre las variables independientes mencionadas y la variable dependiente, calidad.

Se diseñó un instrumento de medición compuesto por 36 preguntas (tres de número total de trabajadores, 12 de productividad diaria, cinco de número de proveedores, tres de dinamismo de la actividad de reciclaje, dos de motivación de las innovaciones, cinco de efectividad en la recolección y seis de oportunidad de comercialización), formuladas para obtener datos específicos acerca de las empresas de reciclaje.

El instrumento se aplicó directamente en el sitio donde están ubicadas, en un horario no laboral que permitiera obtener la información real de los procesos y el funcionamiento de estas empresas. El tiempo estimado de aplicación del instrumento fue de entre 20 y 30 minutos, por lo que no representaba un impedimento en las labores normales.

Según el último reporte de la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos, Uaes, y la Agencia de Cooperación Internacional del Japón, JICA (2017), la población se compone de 42 organizaciones de reciclaje ubicadas en la localidad de Rafael Uribe Uribe, en Bogotá. El número de la

muestra se determinó teniendo en cuenta que resultó imposible visitar la totalidad por motivos de accesibilidad, seguridad y tiempo, y que la información de los contactos es incierta en el inventario de empresas suministrado. Por tal razón, se realizó un muestreo aleatorio simple para determinar el tamaño de la muestra final, que fue de diez organizaciones.

Por otra parte, el instrumento se validó al realizar la prueba de Alfa de Cronbach, que se mide de 0 a 1, su valor mínimo aceptable es de 0,7, y el máximo, 0,9 (Campo-Arias et al., 2020). Si el instrumento se ubica entre estos rangos significa que cuenta con una buena consistencia interna. Si es mayor a 0,9 tiene una consistencia elevada o excelente (Hernández et al., 2014). Para calcular este coeficiente, se aplicó un cuestionario construido con escalas de opciones múltiples, donde se recopiló toda la información acerca de las variables en estas organizaciones. El análisis se realiza mediante la correlación existente entre los ítems integrantes del instrumento, que para esta investigación la correlación de los 36 enunciados para hacer un análisis de consistencia interna.

La medición del instrumento arrojó un análisis de confiabilidad de 0,945, lo que se traduce como un instrumento bastante confiable (Montero, 2013). Esta confiabilidad es importante para identificar la interrelación de los ítems de la escala, es decir, si presentan una excelente consistencia interna o interrelación entre las preguntas, o incisos que hacen parte de la escala Barrios y Delgado (2020).

**Tabla 3.** Coeficiente de Alfa de Cronbach para las dimensiones de calidad

Variable y dimensión	Ítems	Alfa de Cronbach	Consideración
Instrumento completo	36	0,945	Elevada
Productividad	20	0,957	Elevada
Número total de trabajadores	3	0,564	Baja
Productividad diaria	12	0,975	Elevada
Número de proveedores	5	0,974	Elevada
Innovación	5	0,884	Buena
Dinamismo de la actividad de reciclaje	3	0,758	Buena
Motivación de las innovaciones	2	0,846	Buena
Competitividad	11	0,949	Elevada
Efectividad en la recolección	5	0,871	Buena
Oportunidad de comercialización	6	0,901	Elevada

*Nota.* Se agrupa aquí los valores del coeficiente Alfa de Cronbach, calculados para cada variable y para todo el instrumento. Se resaltan con gris algunas de ellas, según su importancia para el presente estudio. Tabla de elaboración propia.

## Resultados del análisis factorial

Para la aplicación del análisis factorial se siguen los siguientes pasos: elaboración de la matriz de correlaciones, extracción y rotación de los factores Iniciales, y denominación a los factores encontrados.

En este sentido, al utilizar el IBM SPSS® para obtener el análisis de correlación bivariado, se deben identificar los grados de relación existentes entre los grupos de las variables, donde el factor de correlación está entre cero y uno, y un valor cercano al cero se interpretará como una relación baja entre las variables, y, al contrario, como existencia de una correspondencia alta. La correspondencia es alta cuando es cercana a 1.

Lo anterior se puede verificar por medio de la prueba de contraste de esfericidad de Bartlett, donde se evalúa la hipótesis nula que afirma que las variables no están correlacionadas. Y por medio de un análisis de suficiencia general a través de la técnica Kaiser Meyer Olkin (KMO). El test de adecuación de la medida de KMO proporciona la suficiencia de la muestra, considerando como adecuado un valor igual o superior a 0,70 (Hair et al., 1999).

Posteriormente, en la extracción de los factores iniciales se escogen los componentes cuyos valores propios (autovalores) sean mayores que uno (valores propios > 1). En este mismo sentido, en la tabla de varianza total explicada se seleccionan únicamente los componentes con valor mayor que uno, representantes en gran medida del problema original. En esta misma extracción se presenta la matriz de factores o de cargas factoriales, que contiene la carga de los factores, es decir la correlación existente entre cada variable y dicho factor.

Por último, en este análisis multivariado se abordan brevemente las puntuaciones que obtienen cada una de las variables en cada uno de los factores extraídos, y también se denominan los factores encontrados. Los análisis de suficiencia general KMO y la prueba de contraste de esfericidad de Bartlett se ofrecen a través del método de componentes principales.

**Tabla 4.** Resultados de KMO y Esfericidad Inicial de Bartlett

Medida de adecuación muestral de Kaiser - Meyer - Olkin		0,785
Prueba de esfericidad de Bartlett	chi - cuadrado aprox.	34,811
	gl	21
	sig	0,003

*Nota.* Aquí se muestra los resultados generados al utilizar IBM SPSS® para la base de datos, Tabla de elaboración propia.

A continuación, se analiza cada variable independiente e influyente sobre la calidad de los procesos en las empresas de reciclaje de la localidad de Rafael Uribe Uribe en la ciudad de Bogotá.

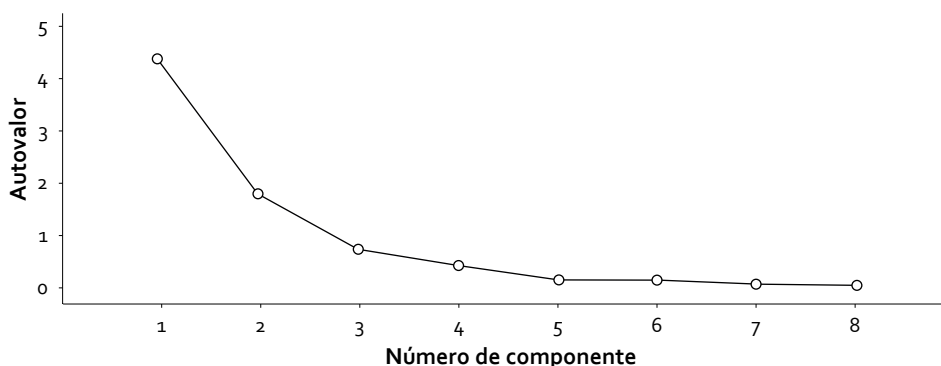
### Productividad

Los resultados de esta variable se muestran en la Tabla 5; de buen nivel de significancia y de KMO.

**Tabla 5.** Resultados de KMO y Esfericidad Inicial de Bartlett

Medida de adecuación muestral de Kaiser - Meyer - Olkin		0,755
Prueba de esfericidad de Bartlett	chi - cuadrado aprox.	39,693
	gl	28
	sig	0,003

*Nota.* Tabla de elaboración propia.



**Figura 1.** Sedimentación para la variable productividad

**Tabla 6.** Varianza total explicada para la variable productividad

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de extracción de cargas al cuadrado			Sumas de rotación de cargas al cuadrado		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	4,405	55,062	55,062	4,405	55,062	55,062	4,169	51,367	51,367
2	1,828	22,852	77,914	1,828	22,852	77,914	2,124	26,547	77,914
3	0,758	9,603	87,517						
4	0,458	5,720	93,238						
5	0,183	2,284	95,522						
6	0,179	2,232	97,754						
7	0,101	1,263	99,107						
8	0,079	0,983	100,000						

*Nota.* Método de extracción mediante análisis de componentes principales.

La Figura 1 indica que se deben extraer dos componentes principales, cumplidores con la condición de ser mayores que uno (valores propios > 1).

La tabla de varianza explicada para esta variable (Tabla 6) explica con más detalle la selección de los dos componentes, donde los dos primeros explican el 77,914 % de la varianza; esto quiere decir que con estos dos factores se puede representar un 77,914 % del problema en esta variable.

La Tabla 7 presenta la *matriz de factores* o de *cargas factoriales*, que contiene la carga de los factores, es decir, la correlación existente entre cada variable o ítem, y dicho factor. De tal manera y como lo mencionan Vargas y Zambrano (2020), las cargas indican el grado de correspondencia entre la variable y el factor, dicho de otra manera, los valores altos indican que dicha variable o ítem es representada por dicho factor.

Con lo anterior se observa en la misma Tabla 7 que el primer factor estaría compuesto por cinco (5) ítems o variables (cantidad mensual promedio de papel y cartón reciclados, cantidad mensual promedio de vidrio reciclado, índice de productividad global de la empresa, cantidad promedio de proveedores industriales y ventas mensuales promediadas de papel y cartón); mientras que el segundo factor lo componen dos (2) ítems (empleados en la empresa y grado de educación de los empleados).

Con los datos anteriores se observa que el primer componente tiende a agrupar un mayor número de ítems, mientras que el segundo agrupa pocos. No obstante, las cargas son claras, por lo que no existe ambigüedad en la selección de ítems por factor.

Sin embargo, para tener claridad en la carga factorial es necesario realizar una rotación ortogonal que permita reducir ambigüedades en las cargas

**Tabla 7.** Matriz de componentes.

Ítems o variables	Componentes o factores	
	1	2
Grado de educación de los empleados	0,728	0,535
Cantidad mensual promedio de papel y cartón reciclados	0,929	-0,164
Cantidad mensual promedio de vidrio reciclado	0,855	-0,110
Índice de productividad global de la empresa	0,728	0,435
Ventas mensuales promediadas de papel y cartón	0,855	-0,369
Cantidad promedio de proveedores industriales	0,884	-0,007
Cantidad mensual promedio de plástico reciclado	0,393	-0,772
Empleados en la empresa	0,289	0,824

*Nota.* Matriz de cargas de factores. Algunas variables de los componentes 1 y 2 se resaltan con gris, según su importancia para el presente estudio. Tabla de elaboración propia.

factoriales de las variables, y, en este sentido, reducir filas o columnas de la matriz de factores para ayudar en la interpretación.

**Tabla 8.** Matriz de componentes rotados

Ítems o variables	Componentes o factores	
	1	2
Grado de educación de los empleados	0,538	0,656
Cantidad mensual promedio de papel y cartón reciclado	0,929	
Cantidad mensual promedio de vidrio reciclado	0,842	
Índice de productividad global de la empresa	0,538	0,756
Ventas mensuales promediadas de papel y cartón	0,930	
Cantidad promedio de proveedores industriales	0,834	
Cantidad mensual promedio de plástico reciclado	0,631	-0,593
Empleados en la empresa		0,873

*Nota.* Con esta rotación se observa una matriz con una clara agrupación de patrones (sombreados con gris), donde prevalecen ítems que definen estos factores. Tabla de elaboración propia.

Con estos datos presentados se forman dos componentes principales que representan dos bloques para el estudio de la productividad sobre la calidad de los procesos en las empresas de reciclaje de la localidad de Rafael Uribe Uribe.

Analizando los dos factores, se deduce lo siguiente:

§ **Factor 1:** en la matriz de componentes rotados se observa que los ítems o variables que ejercen una carga mayor en este factor son las ventas de material reciclado, las cantidades que se reciclan de estos elementos y la cantidad promedio de proveedores industriales; en contraste, los criterios de empleados que laboran en la empresa de reciclaje y el índice de productividad representan un peso prácticamente nulo. Este factor se asocia con la *gestión empresarial*, ya que un aspecto importante en este tipo de empresas es el relacionado con la gestión integral de residuos sólidos, que comprende la planeación y cobertura de las actividades relacionadas con este manejo, e involucra la comercialización, venta, recolección y transporte, con el objeto de optimizar el reciclaje de residuos (Peña et al., 2013).

Entre los problemas que se asocian con este tipo de empresas se encuentran la falta de ventajas competitivas en los diferentes eslabones de la cadena de reciclaje, o la gestión incorrecta de los residuos sólidos urbanos y del transporte. Scheinberg y Simpson (2015) citados por Mendoza et al. (2020) afirman que actualmente la cadena de valor de reciclaje depende únicamente de la venta de materiales recuperados, donde el sector privado interviene de manera importante y existe baja participación del público.

De la misma manera, Jiménez-Martínez (2020) argumenta que es imprescindible la implementación de una gestión adecuada de residuos sólidos, donde se tengan en cuenta todas las etapas dentro de la cadena del reciclaje, desde la reducción en el origen, el aprovechamiento y tratamiento hasta la disposición final controlada en los rellenos sanitarios. En este sentido, Castro (2020) afirma que el aprovechamiento y manejo adecuado de residuos sólidos genera resultados efectivos que se traducen en beneficios económicos, sociales y ambientales.

En conclusión, es necesario que estas empresas manejen adecuadamente la comercialización, venta, recolección, transporte y, en general, todo lo relacionado con el manejo integral de residuos sólidos. Por lo tanto y como lo establecen Iguarán y Campo (2017), las empresas de reciclaje deben contar con una logística necesaria para el proceso de producción y comercialización de los productos reciclados, además, disponer de una infraestructura adecuada para garantizar su productividad.

§ **Factor 2:** se observa que los ítems que ejercen una carga mayor en este factor son los empleados que laboran en la empresa y el índice de productividad global; en contraste, los ítems de ventas de material reciclado y de cantidades rescatadas conllevan un peso prácticamente nulo. Este factor se asocia con *productividad laboral*, porque tiene en cuenta las incidencias en la productividad de los trabajadores que laboran allí.

Al respecto, los riesgos sobre la seguridad y salud de los trabajadores influyen en la productividad laboral. En tal sentido y como lo afirma Martins (2012) citado por Ramos y Baldeón (2017), los peligros a los cuales se ven enfrentados los trabajadores son con frecuencia desconocidos y subestimados,



pues los efectos negativos de las actividades laborales se deben en muchas ocasiones a la negligencia y falta de preparación por parte de los administradores públicos y privados.

Además, las condiciones de los laborantes en estas empresas son precarias y no se vislumbra un interés por mejorarlas, pese a que se ha avanzado con lentitud en estrategias para mejorar el trabajo informal (Angulo et al., 2020).

Frente a la valoración de los riesgos a los cuales se exponen los recicladores en las empresas de reciclaje, los estudios manifiestan que el riesgo que más se evalúa se relaciona con la seguridad y la salud ocupacional de los trabajadores, quienes carecen de elementos de protección durante su trabajo, y se exponen a numerosos riesgos que ponen en peligro su integridad física (Cardona et al., 2009). En este sentido, debería concretarse un plan operativo que integre las operaciones, la calidad de materiales y un Copaso (Comité Paritario de Salud Ocupacional).

En contexto, las empresas de reciclaje deben propender por mejorar las condiciones de trabajo de sus colaboradores asociadas con los riesgos potenciales, a fin de habilitar procesos organizativos que permitan la gestión de proyectos económicos y sociales, que permitan la sustentabilidad de sus actividades (Richer, 2004). Igualmente, dentro de la mejora de los procesos y las condiciones de los trabajadores, es necesario capacitar a los recicladores para que optimicen sus prácticas laborales y aumenten sus ingresos (Ayora et al., 2020).

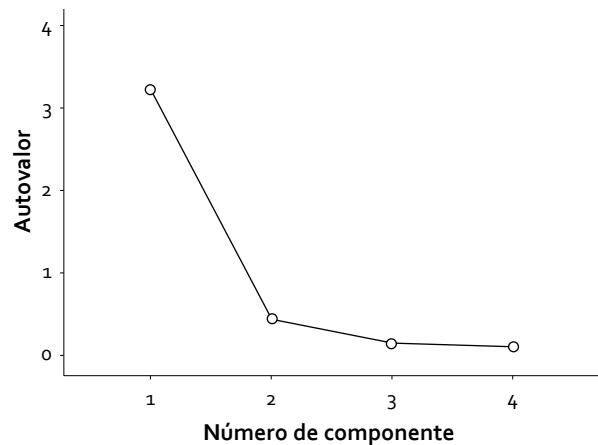
### Competitividad

Los resultados de esta variable muestran un buen nivel de significancia y de KMO.

**Tabla 9.** Resultados de KMO y esfericidad inicial de Bartlett

Medida de adecuación muestral de Kaiser - Meyer - Olkin		0,778
Prueba de esfericidad de Bartlett	chi - cuadrado aprox.	23,316
	gl	6
	sig	0,001

La Figura 2 indica la necesidad de extraer un componente principal que cumpla con la condición de ser mayor que uno (valores propios > 1).



**Figura 2.** Sedimentación para la variable competitividad  
Nota. Gráfico de sedimentación: número de componentes principales

La tabla de varianza explicada para esta variable (Tabla 10) detalla la selección del componente, que arroja el 80,961 % de la varianza; esto quiere decir que con este factor se puede representar un 80,961 % del problema en esta variable.

**Tabla 10.** Varianza total explicada para la variable competitividad

Componente	Sumas de extracción de cargas al cuadrado		
	Total	% de varianza	% acumulado
1	2,919	80,961	80,961

Nota. Método de extracción: análisis de componentes principales.

Para esta variable, se observa en la Tabla 11 que solo hay un factor compuesto por cuatro (4) ítems o variables (porcentaje promedio recuperable de chatarra, porcentaje promedio no recuperable de plásticos, porcentaje promedio no recuperable de otros materiales y porcentaje de personal capacitado).

Con estos datos se forma un componente principal, que representa un bloque para el estudio de la competitividad sobre la calidad de los procesos en las empresas de reciclaje.

Analizando el factor dado se puede deducir lo siguiente:

§ **Factor 1:** se observa en la matriz de componentes que los ítems o variables que ejercen una carga mayor en este factor son el porcentaje promedio recuperable de chatarra, porcentaje promedio no

**Tabla 11.** Matriz de componentes

Ítems o variables	Componentes o factores
	1
Porcentaje promedio recuperable de chatarra	0,941
Porcentaje promedio no recuperable de plásticos	0,915
Porcentaje promedio no recuperable de otros materiales	0,905
Porcentaje de personal capacitado	0,835

*Nota.* Matriz de cargas de factores. Tabla de elaboración propia.

recuperable de plásticos, porcentaje promedio no recuperable de otros materiales y porcentaje de personal capacitado. Este factor se asocia con el *mejoramiento de procesos*, pues tiene en cuenta que los problemas relacionados con la mejora de los procesos de operación, la falta de maquinaria y equipamiento, y de lugares adecuados de trabajo impiden que estas empresas tengan procesos adecuados que respondan a las necesidades impuestas por el mercado, y que manejen mayores volúmenes de material que posibilitarían el incremento en sus ingresos (Tovar, 2018).

Lo anterior también muestra que las empresas de reciclaje deben centrar su atención en mejorar sus métodos de trabajo, para lograr, a través del diseño de nuevos procesos productivos o de modificaciones en los existentes, un tratamiento adecuado de los materiales reutilizables provenientes de diferentes fuentes (Quijano et al., 2014). En este sentido, en la medida en que estas empresas organicen mejor sus procesos y métodos de trabajo incidirán de manera positiva en la recuperación de materiales reciclables; y, en consecuencia y como lo aseguran Jiménez et al. (2020), con el buen tratamiento y recuperación dados a los residuos el negocio traerá beneficios económicos, ya que en algunos casos ha ahorrado costos y mejorado la calidad del producto y proceso.

Ahora, la competitividad, como elemento ligado a la calidad en los procesos, ha sido y seguirá siendo un tema álgido garante del bienestar social de una nación. Permite mejorar la calidad de vida de los ciudadanos a través de fuentes más dignas de empleo y una mayor cobertura en servicios básicos como la

salud, la educación, la recreación y la vivienda (Pineda et al., 2017). Es por ello por lo que la gestión integral de residuos sólidos es uno de los factores que debe procurar mejorar la calidad de vida de la población a través de un adecuado manejo, separación, transporte y disposición de estos, que promueva en la sociedad actividades de aprovechamiento y reciclaje, con la finalidad de reintegrar estos residuos al sector económico (Departamento Nacional de Planeación, 2016).

De igual manera, se puede concluir que la manera como allí operan los procesos es muy informal, y que el aprovechamiento de los recursos resulta inapropiado; sin embargo, existe una clara preocupación, en especial por el sector gubernamental, para que se mejoren estas operaciones, aporten al mejoramiento del medioambiente y sean competitivas para aprovechar oportunidades existentes de negocio.

### *Innovación*

Los resultados de esta variable muestran en buen nivel de significancia y de KMO.

**Tabla 12.** Resultados de KMO y esfericidad inicial de Bartlett

Medida de adecuación muestral de Kaiser – Meyer – Olkin		0,875
Prueba de esfericidad de Bartlett	chi - cuadrado aprox.	23,549
	gl	6
	sig	0,001

*Nota.* Tabla de elaboración propia.

La Figura 3 indica la necesidad de extraer un componente principal que cumple con la condición de ser mayor que uno (valores propios > 1).

La tabla de varianza explicada para esta variable (Tabla 13) detalla la selección del componente, que arroja el 72,980% de la varianza; esto quiere decir que con este factor se puede representar un 72,980% del problema en esta variable.

**Tabla 13.** Varianza total explicada para la variable innovación

Componente	Sumas de extracción de cargas al cuadrado		
	Total	% de varianza	% acumulado
1	3,228	72,980	72,980

*Nota.* Método de extracción: análisis de componentes principales

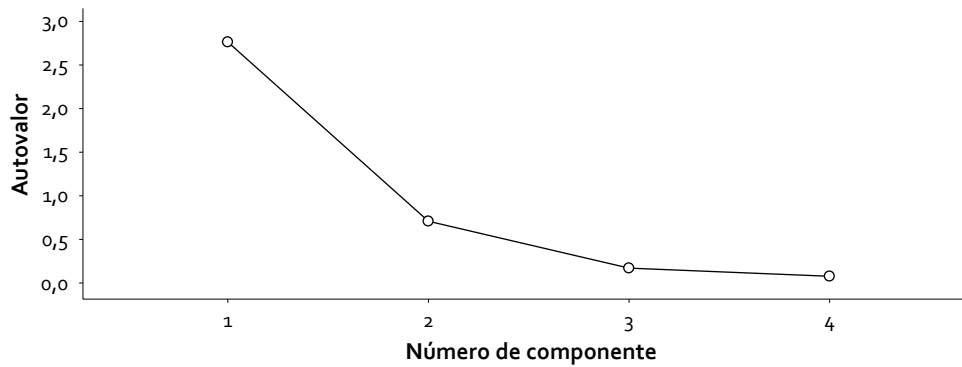


Figura 3. Sedimentación para la variable innovación

Para esta variable, la Tabla 14 revela que solo hay un factor compuesto por cuatro (4) ítems o variables (frecuencia en las innovaciones; innovaciones hechas al producto o proceso; fuentes de ideas, conocimientos, contactos y datos para mejorar la empresa, y alianzas para el desarrollo de las innovaciones.

Tabla 14. Matriz de componentes.

Ítems o variables	Componentes o factores
	1
Frecuencia en las innovaciones	0,703
Innovaciones hechas al producto o proceso	0,909
Fuentes de ideas, conocimientos, contactos y datos para mejorar la empresa	0,829
Alianzas para el desarrollo de las innovaciones.	0,955

Nota. Matriz de cargas de factores. Se resaltan en gris algunos componentes, según su importancia para el presente estudio Tabla de elaboración propia.

Con estos datos se forma un componente principal, que representa un bloque para el estudio de la innovación sobre la calidad de los procesos en las empresas de reciclaje.

Con el factor dado se deduce lo siguiente:

§ **Factor 1:** en la matriz de componentes se observa que los ítems o variables que ejercen una carga mayor en este factor son: innovaciones hechas al producto o proceso; alianzas para el desarrollo de las innovaciones; y fuentes de ideas, conocimientos, contactos y datos para mejorar la empresa. Este factor se asocia con el *desarrollo de innovaciones*, pues tiene en cuenta que, aunque estas empresas carezcan de la tecnología para el tratamiento y

aprovechamiento de los residuos sólidos como se ha mencionado, necesitan innovar en la recolección y comercialización de materiales reciclables, y así comprometerse con el desarrollo de una economía sostenible (Sanmartín et al., 2017).

En sí, lo que se busca es que este tipo de empresas incluya procesos de prestación de servicios o fabricación de productos con mejoras incrementales, para responder a condiciones impuestas por el entorno, como las normativas gubernamentales y las condiciones del mercado.

Asimismo, se evidencia que las empresas privadas deberían incrementar su cooperación, para el establecimiento de alianzas que lleven al desarrollo de innovaciones; de esta manera se pueden encontrar ideas, conocimientos, contactos, mercado y datos para mejorar este tipo de empresas.

## Conclusiones e Implicaciones

Las empresas de reciclaje deben centrar su atención en mejorar sus métodos de trabajo y adecuar la gestión de residuos sólidos mediante procesos apropiados de manipulación, almacenamiento, transporte y destino.

Por las características propias del ejercicio del reciclaje —donde existe en la actualidad una gran ocupación—, estos trabajadores se hallan inmersos en una gran cantidad de riesgos para su seguridad y salud. Por lo tanto, las empresas de reciclaje deben tender a mejorar las condiciones de trabajo para sus colaboradores, relacionadas con la mitigación de los riesgos, a fin de establecer procesos organizativos que permitan la gestión de proyectos económicos y

sociales para el beneficio de sus integrantes y de la comunidad en general.

La competitividad en las empresas de reciclaje está relacionada con el mejoramiento de los procesos: si ellas se organizan en torno a procedimientos adecuados para sus trabajos, se producirá una incidencia positiva en la recuperación de materiales reciclables.

La innovación en estas empresas se entrelaza con el desarrollo de propuestas. Aunque escasee la tecnología para el tratamiento y aprovechamiento de los materiales reciclables, se trata de buscar cambios y desarrollos en los procesos de separación, empaque y almacenamiento, con el fin de hallar las condiciones para evitar daños en el material.

## Referencias

- Alfonso, V., Ospina, Y., 2016. Sistemas de gestión de calidad, factor importante para el desarrollo laboral del colaborador de Unisalud Palmira. Colección Académica de Ciencias Estratégicas 3(1), 41-60.
- Álvarez, J., Miguel, J., 2007. La innovación a través de un enfoque basado en procesos. *Dyna*, 82(6), 301-305.
- Angulo, I., Alfonso, R., Ospina, A., Orjuela, D., 2020. Informalidad, recicladores y servicio de aseo en el centro de Bogotá D. C.: Análisis técnico y propuesta operativa. *Rev. Latinoam. Estud. Trab.* 25(40), 263-298.
- Ayora, J., Zárate, A., Jimbo, J., 2020. La verdadera inclusión: controversia entre el reciclaje inclusivo y el reciclaje justo, en el marco del desarrollo sostenible. *Letras Verdes* (27), 71-89. DOI: 10.17141/letrasverdes.27.2020.4316
- Barrios, E., Delgado, U., 2020. Diseño y validación del cuestionario "Actitud hacia la investigación en estudiantes universitarios". *Rev. Innova Educ.* 2(2), 280-302. DOI: 10.35622/j.rie.2020.02.004
- Bodes, A., Ruiz, M., 2020. Integrando procesos de la calidad y de control interno para el entorno universitario cubano: Una mirada desde la gestión documental. *Econ. Desarro.* 163(1).
- Campo-Arias, A., Herazo, E., Caballero-Dominguez, C., 2020. Dimensionalidad, validez nomológica y consistencia interna de la escala breve de Davidson para estrés postraumático en estudiantes de Santa Marta, Colombia. *Rev. Fac. Nac. Salud Pública* 38(3), e339851.
- Cardona, J., Díaz, E., López, Y., 2009. Autocuidado en recicladores-recuperadores informales de Medellín, Colombia, 2005. *Rev. Fac. Nac. Salud Pública* 27(3), 309-316.
- Corredor, M., 2010. El sector reciclaje en Bogotá y su región: Oportunidades para los negocios inclusivos. Serie Guías Sectoriales No. 2. Fundes Colombia, Bogotá, DC.
- Castro, M., 2020. Las oportunidades en el aprovechamiento de residuos sólidos en la Escuela Naval de Suboficiales ARC "Barranquilla". *Rev. Sextante* 23, 55-61.
- Departamento Nacional de Planeación Colombia, 2016. Conpes 3874, Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos. Bogotá, DC.
- García, A., Paredes, É., Figueroa, L., Marín, Y., 2020. Modelo diagnóstico de responsabilidad social empresarial para mipymes del sector de reciclaje del barrio Toberín en la ciudad de Bogotá. *Rev. Estrateg. Organ.* 9(2), 1-14. DOI: 10.22490/25392786.4042
- Hair, J., Anderson, R., Tatham, R., Black, W., 1999. Análisis multivariante. 5a ed. Prentice Hall Iberia, Madrid.
- Hernández, R., Fernández, C., Baptista, P., 2014. Metodología de la investigación. 6a ed. Mc Graw-Hill, México, DF.
- Iguarán, V., Campo, L., 2017. Eficiencia en la productividad desde la perspectiva del cliente interno y externo en las empresas recicladoras del plástico en el departamento de la Guajira - Colombia. *Investig. Innov. Ing.* 5(1), 72-91. DOI: 10.17081/invinno.5.1.2617
- Jaimes, L., Luzardo, M., Rojas, M., 2018. Factores determinantes de la productividad laboral en pequeñas y medianas empresas de confecciones del Área Metropolitana de Bucaramanga, Colombia. *Inf. Tecnol.* 29(5), 175-186. DOI: 10.4067/S0718-07642018000500175
- Jiménez, R., Figueredo, J., Almaguer, M., 2020. El cooperativismo: algunos apuntes sobre la responsabilidad social y el manejo de residuos sólidos. *Estud. Desarro. Soc. Cuba Am. Lat.* 8(3), 4.
- Lizarzaburu, E., 2016. La gestión de la calidad en Perú: un estudio de la norma ISO 9001, sus beneficios y los principales cambios en la versión 2015. *Rev. Univ. Empresa* 18(30), 33-54.
- Martins, C., 2012. Condições de trabalho e saúde ocupacional dos trabalhadores da limpeza urbana. Tesis de maestría. Pontificia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, Brasil.
- Mendoza, R., Niebles, E., Barreto, D., Fábregas, J., Buelvas, E., 2020. Análisis de la cadena de valor del reciclaje de plástico. Un caso de estudio en el departamento del Atlántico (Colombia). *Rev. Espacios* 41(25), 171-183.
- Montero, E., 2013. Referentes conceptuales y metodológicos sobre la noción moderna de validez de instrumentos de medición: implicaciones para el caso de personas con necesidades educativas especiales. *Act. Psi.* 27(114), 113-128. DOI: 10.15517/ap.v27i114.7900

- Navarrete-Hernandez, P., Navarrete-Hernandez, N., 2018. Unleashing waste-pickers' potencial: Supporting recycling cooperatives in Santiago de Chile. *World Dev.* 101(C), 293-310. DOI: 10.1016/j.worlddev.2017.08.016
- Peña, C., Torres, P., Vidal, C., Marmolejo, L., 2013. La logística de reversa y su relación con la gestión integral y sostenible de residuos sólidos en sectores productivos. *Entramado* 9(1), 226-238.
- Pineda, J., Cervera, A., Oviedo, W., 2017. Revisión bibliográfica de la aplicación de la metodología DEA en Colombia por actividad económica. *Civilizar* 17(32), 133-160. DOI: 10.22518/16578953.823
- Piña, L., Senior, A., 2020. Estudio de la ciencia, tecnología e innovación desde perspectivas multitécnicas. *Rev. Cien. Soc.* 26(3), 312-324.
- Pulido-Rojano, A., Ruiz-Lázaro, A., Ortiz-Ospino, L., 2020. Mejora de procesos de producción a través de la gestión de riesgos y herramientas estadísticas. *Ingeniare. Rev. Chil. Ing.* 28(1), 56-67.
- Quijano, L., Diez, H., Montes, M., Castro, H. 2014. Implementación de procesos sostenibles vinculando industrias regionales: Reciclaje de residuos siderúrgicos como proyecto de cambio de la mampostería en Boyacá - Colombia. *Rev. Esc. de Adm. Neg.* (77), 82-103. DOI: 10.21158/01208160.n77.2014.817
- Ramos, J., Baldeón, W., 2017. Análisis de riesgos de la seguridad e higiene ocupacional durante el manejo de residuos sólidos y reciclaje de plástico polietileno. *Rev. P+L* 12(1), 63-71. DOI: <https://doi.org/10.22507/pml.v12n1a6>
- Rateau, M., 2017. Conflictos de apropiación de residuos reciclables e innovaciones socioinstitucionales en Lima. *Territorios* (37), 61-80. DOI: 10.12804/revistas.urosario.edu.co/territorios/a.5086
- Reales, A., Cardona, C., Márquez, N., 2020. Análisis de productividad empresarial, medición a través del IDC y el ICFES, 2018. *Rev. Jóvenes Investig. Ad Valorem* 3(1), 46-64. DOI: 10.32997/RJIA-vol.1-num.1-2020-3007
- Richer, M., 2004. Vargas recicla: La inserción social y laboral combinada con el reciclaje de desechos. *Cayapa: Rev. Venez. Econ. Soc.* 4(7), 107-113.
- Robayo, P., 2016. La innovación como proceso y su gestión en la organización: una aplicación para el sector gráfico colombiano. *Suma Neg.* 7(16), 125-140. DOI: 10.1016/j.sumneg.2016.02.007
- Sanmartín, G., Zhigue, R., Alaña, T., 2017. El reciclaje: Un nicho de innovación y emprendimiento con enfoque ambientalista. *Univ. Soc.* 9(1), 36-40.
- Jiménez-Martínez, N. M., 2020. La inclusión de trabajadores informales del sector de los residuos, a partir de una experiencia de gestión universitaria sustentable. *Gestión integral de residuos. Encuentro de Expertos en Residuos Sólidos*, 11(1), 255-265.
- Scheinberg, A., Simpson, M., 2015. A tale of five cities: Using recycling frameworks to analyse inclusive recycling performance. *Waste Manag. Res.* 33(11), 975-985. DOI: 10.1177/0734242X15600050
- Tovar, L., 2018. Formalización de las organizaciones de recicladores de oficio en Bogotá: Reflexiones desde la economía popular. *Iconos Rev. Cienc. Soc.* 62(2018), 39-63. DOI: 10.17141/iconos.62.2018.3230
- Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos; Agencia de Cooperación Internacional del Japón, 2017. Proyecto de estudio del Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos en Bogotá, D.C. Informe. Vol. 1. Disponible en: <https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/12126868.pdf>; consultado: octubre de 2021.
- Vargas, I., Zambrano, Ó., 2020. Análisis factorial del componente de gestión del nuevo índice de medición municipal en Colombia. *Econ. Política* (31), 71-85. DOI: 10.25097/rep.n31.2020.05