



*Valoración económica de los servicios ambientales de la ciudad de Riobamba,  
provincia de Chimborazo*

*Economic valuation of the environmental services of the city of Riobamba,  
Chimborazo*

*Avaliação econômica dos serviços ambientais da cidade de Riobamba, província  
de Chimborazo*

Carla Sofía Arguello- Guadalupe <sup>I</sup>  
[c\\_arguello@epoch.edu.ec](mailto:c_arguello@epoch.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0003-2102-4290>

Claudia Patricia Maldonado-Eraza <sup>III</sup>  
[claudia.maldonado@epoch.edu.ec](mailto:claudia.maldonado@epoch.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-0583-2186>

Ana Carola Flores- Mancheno <sup>II</sup>  
[acmancheno@epoch.edu.ec](mailto:acmancheno@epoch.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0003-0780-5226>

María José Costa -Haro <sup>IV</sup>  
[jozezita325@gmail.com](mailto:jozezita325@gmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0001-6068-1854>

**Correspondencia:** [c\\_arguello@epoch.edu.ec](mailto:c_arguello@epoch.edu.ec)

Ciencias económicas y empresariales  
Artículo de investigación

**\*Recibido:** 20 de mayo de 2020 **\*Aceptado:** 27 de junio de 2020 **\* Publicado:** 15 de agosto de 2020

- I. Magíster en Economía Agraria, Diploma Superior en Docencia con el Empleo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, Ingeniera en Ecoturismo, Master en Economía Agrícola Especialidad Recursos Naturales y Medio Ambiente. Docente Investigadora Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- II. Máster Universitario en Estadística Aplicada, Ingeniera en Estadística Informática. Máster Universitario en Estadística Aplicada. Docente Investigador Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- III. Máster Universitario En Investigación en Ciencias Sociales y Jurídicas Especialidad en Empresa Turismo, Ingeniera en Administración de Empresas Turísticas y Hoteleras, Docente Investigador Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- IV. Ingeniera en Ecoturismo. Investigadora independiente, Riobamba, Ecuador

## **Resumen**

La presente investigación tuvo como propósito valorar los servicios ambientales que el GADM brinda a la ciudad de Riobamba. Este estudio utilizó las metodologías de observación simple, descriptiva y analítica-sintética, lo cual permitió inicialmente determinar los indicadores ambientales usados en las principales ciudades de Europa que pueden ser aplicados a la realidad de Riobamba y poder así tener la base para medir la sostenibilidad urbana, el nivel de satisfacción y costos de producción del servicio ambiental a través de encuestas a la ciudadanía, quienes pueden valorar el servicio que reciben, así como la aplicación de encuestas a los directivos municipales quienes proporcionaron el costo de producción de estos servicios. Una vez determinado el análisis costo-beneficio, se identificó una inconformidad en la prestación de los servicios ambientales y se determinó unos costos de producción elevados, lo que incidió en un bajo nivel sostenibilidad de la ciudad. Finalmente, se plantea una propuesta de mejora para un aprovechamiento sostenible de los servicios ambientales.

**Palabras claves:** Sostenibilidad ambiental; indicadores; costo-beneficio.

## **Abstract**

The purpose of this research was to assess the environmental services that the GADM provides to the city of Riobamba. This study used simple, descriptive and analytical-synthetic observation methodologies, which initially allowed determining the environmental indicators used in the main cities of Europe that can be applied to the reality of Riobamba and thus have the basis to measure urban sustainability. , the level of satisfaction and production costs of the environmental service through citizen surveys, who can assess the service they receive, as well as the application of surveys to municipal managers who provided the cost of producing these services. Once the cost-benefit analysis was determined, a nonconformity in the provision of environmental services was identified and high production costs were determined, which affected a low level of sustainability in the city. Finally, an improvement proposal for a sustainable use of environmental services is proposed.

**Keywords:** Environmental sustainability; indicators; cost – benefit.

## Resumo

O objetivo desta pesquisa foi avaliar os serviços ambientais que o GADM presta à cidade de Riobamba. Este estudo utilizou metodologias de observação simples, descritiva e analítico-sintética, o que permitiu inicialmente determinar os indicadores ambientais utilizados nas principais cidades da Europa que podem ser aplicados à realidade de Riobamba e, assim, poder ter as bases para medir a sustentabilidade urbana, o nível de satisfação e os custos de produção do serviço ambiental por meio de pesquisas com os cidadãos, que podem avaliar o serviço que recebem, bem como a aplicação de pesquisas aos gestores municipais que prestaram os custos de produção desses serviços. Uma vez determinada a análise de custo-benefício, foi identificada uma discordância na prestação de serviços ambientais e apurados altos custos de produção, o que levou a um baixo nível de sustentabilidade da cidade. Por fim, é proposta uma proposta de melhoria para o uso sustentável dos serviços ambientais.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade ambiental; indicadores; custo-benefício.

## Introducción

La sostenibilidad en todos sus enfoques parece tomar fuerza alrededor del mundo, pero esta idea no es algo reciente sino más bien, es algo que se ha considerado aproximadamente desde hace 37 años. A partir del año 1983 surgen varias investigaciones que plantean estrategias de desarrollo que van tomando fuerza para generar un cambio en el ambiente a nivel mundial.

Es así que, para 1987 la Organización de las Naciones Unidas (ONU) crea la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CMMAD), responsable del Informe Brundtland, inicialmente denominado Our Common Future (Asamblea General de las Naciones Unidas, 2019), en él se detalla la necesidad de hacer a un lado el egocentrismo y pensar en las generaciones del futuro, a través de dar la oportunidad de acceder al consumo de bienes y servicios ambientales (SA) de igual calidad que los actuales, pero afirmando que sin un enfoque de desarrollo sostenible serán imposible conservarlos. Esta visión plantea el cambio en el modelo tradicional de producción a una triple vertiente (dimensión económica, social y medioambiental) (Estévez, 2017).

A partir de dicho informe, surge el término “desarrollo sostenible” el cual permitió afirmar una visión integral sobre el desarrollo socioeconómico y su compatibilidad con el ambiente, así como fortalecer cada vez más el concepto al “considerar las interrelaciones complejas existentes entre

los elementos físico–biológicos, sociales, culturales, económicos y políticos dentro de espacios geográficos específicos” (Gómez, 2013).

Al resaltar las interacciones entre el hombre y el ambiente, surge la apreciación de los SA como elemento de estudio, estableciéndose como el conjunto de elementos y procesos naturales que proporcionan al ser humano un nivel de bienestar, debido a que muchos de éstos son aprovechados de manera directa o indirecta a través del consumo de bienes y servicios, por ende, el ser humano es quien debe valorarlos. Esta condición de valorar la naturaleza sin duda es algo complejo, pero es uno de los caminos que conducen al desarrollo sostenible, debido a que se canalizan mejoras para el territorio a través de varias funciones ecológicas y ambientales que se sustentan en políticas ambientales. El valor de estos servicios no ha sido reconocido en su totalidad por la poca información y la ausencia de instrumentos para su estudio, esto ha provocado un uso inadecuado de los recursos ambientales generando así cada día un mayor número de problemas, a raíz de la falta de decisiones efectivas dentro del sector público y privado (Naciones Unidas, 2015).

Entre las primeras acciones para valorar estos servicios, se evidencia como en varias ciudades del continente europeo y americano se han canalizado mejoras para el territorio a través de la medición de parámetros de sostenibilidad, rescatando indicadores que se enfocan en el orden, limpieza, seguridad y alta eficiencia de los servicios públicos, así como, por la variedad de opciones de educación, cultura y entretenimiento, todos ellos enfocados en el desarrollo sostenible (UNESCO, 2017). En América Latina, zona privilegiada a nivel mundial por su riqueza natural que hace de estos países proveedores esenciales de los SA, desgraciadamente la aplicación de procesos de sostenibilidad es aún incipiente, más cuando se evidencia crecimiento poblacional, expansión urbana, acelerado déficit hídrico, acompañado de la falta de pulmones, carencia de espacios verdes en las ciudades, entre otros problemas que, están afectando negativamente a la condición de los SA, provocando un deterioro de los mismos (Sarrade, 2013). Desafortunadamente, Ecuador no presenta una realidad aislada, aunque es un país considerado biodiverso por su riqueza natural y cultural (plasmada a lo largo de sus 4 regiones), se evidencia en la capital de territorio claras afectaciones a los SA, no solo por un crecimiento poblacional y migración interna desmedida, sino por muchos otros factores que están poniendo en riesgo la sostenibilidad ambiental de la misma. Por ello, el país tras identificar esta situación en otras latitudes del territorio, desarrolló una perspectiva de protección a través de la Constitución de la

República (2008), en ella se plasma un marco normativo enfocado en el desarrollo y la gestión territorial, dentro del cual se consideró la incorporación programada de la gestión del suelo urbano y la planificación sectorial como alternativa de regulación y control de la expansión urbana, dando autoridad para que cada gobierno seccional, tome las medidas necesarias de gestión en su territorio (Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión de suelo, 2016). Un ejemplo de la asignación de esta competencia, es el reciente trabajo del Municipio de Quito, el cual se ha centrado en la generación de programas ambientales acompañados de políticas públicas con el fin de llegar a la ciudadanía y asegurar una creciente conciencia ambiental (Sarrade, 2013).

Esta asignación favorece a todas las ciudades del país, entre ellas a la ciudad de Riobamba, que a través de su Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal (GADM) busca planificar el desarrollo de manera equilibrada, enfocando su accionar a modelos de gestión que tomen en consideración los seis componentes del desarrollo sostenible, siendo el ambiental uno de sus pilares de trabajo para asegurar el bienestar de la población (GADM de Riobamba, 2015), en función de ello, el propósito de la presente investigación es efectuar una valoración económica de los SA que inciden en la sostenibilidad integral de la ciudad.

## **Métodos y materiales**

La metodología en esta investigación fue de observación simple, descriptiva y analítica-sintética, en cada una de sus cuatro etapas. En la primera etapa se hizo un análisis comparativo de los indicadores monitoreados en las principales ciudades de Europa, una vez analizadas las similitudes de condiciones y SA con la ciudad de Riobamba, se procedió a realizar una lista de indicadores que podrían ser evaluados con la población para posteriormente validarlos con los departamentos del GADM de Riobamba, lo que permitió medir el nivel de sostenibilidad urbana. En una segunda etapa a través de encuestas se buscó valorar los SA aprovechados por la población a partir de la adaptación de la metodología de Durán (2018), Lomas et al. (2005) y el Sistema de Información de Recursos Forestales de Costa Rica [SIREFOR] (2005), con la finalidad de obtener el valor real de los SA en la ciudad. Además, a través de una serie de entrevistas se identificó el costo total de proveer los SA a la ciudad, considerando algunos aspectos como: tarifas establecidas por la autoridad competente, calidad y cantidad consumida.

En la tercera etapa de la investigación, se empleó el análisis de correspondencias simple (Peña, 2002), para determinar si existe alguna relación entre los usuarios que se encuentran conformes con el pago por la calidad y el mantenimiento del servicio en base al monto cancelado mensualmente. El SA que se tomó como ejemplo de análisis, es la oferta hídrica o servicio de agua potable, debido a que, es el de mayor cobertura, el más identificado por los usuarios y del cual disponen de una mayor claridad en los pagos que efectúan. Para el análisis, se realizó una prueba chi-cuadrado de independencia y un análisis de correspondencia simple (Pérez, 2004). Finalmente, en la última fase con la información recabada se formuló diferentes propuestas de mejora que permitirán proporcionar SA de mejor calidad y a su vez solucionar los problemas de sostenibilidad urbana en la ciudad de Riobamba. Para medir la sostenibilidad se utilizó una matriz planteada por Piray (2016) para evaluar el cumplimiento o no, de los indicadores ambientales proporcionados por el GADM de Riobamba.

## Resultados

### Recopilación de indicadores ambientales

Una vez analizados los indicadores ambientales existentes alrededor del continente europeo y en base al territorio, se determinó la posible validación de 50 indicadores ambientales relacionados con las condiciones geográficas de la ciudad de Riobamba.

Si bien todos los indicadores pueden ser monitoreados, la presente investigación se limitó a los cinco componentes más importantes para las autoridades municipales (tabla 1), debido a la limitación de recursos y medios para financiar el levantamiento del total de indicadores.

**Tabla 1:** Servicios ambientales

Nº	Servicio Ambiental o Componentes ambientales	Indicadores (características)
1	Oferta hídrica	Calidad, mantenimiento y control
2	Belleza escénica	Paisaje, parques, jardines y áreas verdes
3	Regulación del clima	Servicio para reducir los gases de combustión y otras emisiones, y mejorar la calidad del aire
4	Regulación del ruido	Contaminación auditiva
5	Tratamiento de residuos	Tratamiento de residuos y reciclaje

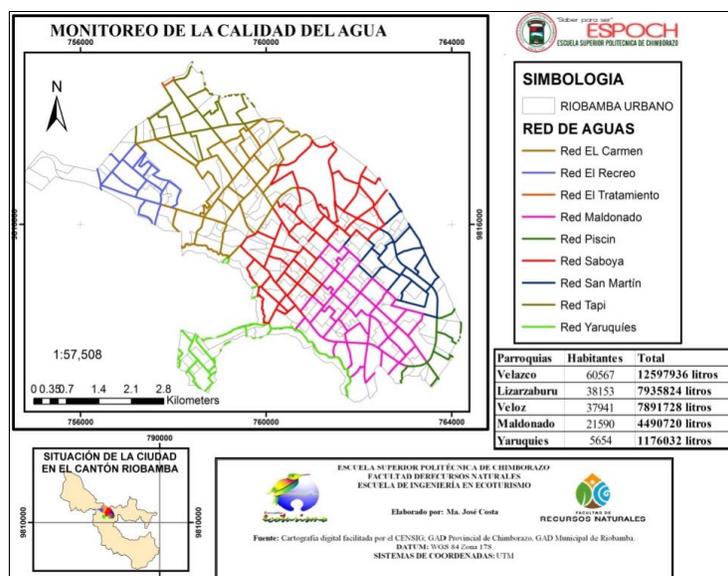
**Fuente:** Costa (2019)

Dentro de los cinco componentes se engloban y caracterizan varios de los problemas a tratar dentro de la ciudad, así también dentro de éstos se validan un resultado de 30 indicadores, que corresponden a 6 indicadores por SA, más la ubicación geográfica de cada componente.

### Componente 1: Oferta hídrica

Se abordaron los indicadores de: proporción de la población con acceso a agua potable, cobertura de alcantarillado en zonas urbanas, n° de plantas de tratamiento para aguas residuales, porcentaje de contaminación hídrica por industrias, porcentaje del suministro de agua en el sector urbano y pérdidas económicas por inundaciones y deslizamientos. Entre los resultados más representativos, se encuentra que la provisión de agua potable se realiza a través del aprovechamiento de los recursos hídricos subterráneos de las fuentes de San Pablo y Llío; estas fuentes se localizan en la parte central de la Cuenca del río Guano y proporcionan un total aproximado de 486 L/s. Así también, se identifica que en el sector de Llío existen seis pozos en producción que aportan alrededor de 180 L/s a la red de agua potable de la ciudad, al igual que las dos vertientes de San Pablo con un caudal de 285 L/s. Estas vertientes no registran variaciones importantes de caudal, independientemente de la estación del año, razón por la cual, se considera que tienen un sistema de alimentación regional.

Figura 1: Red de oferta hídrica de la ciudad de Riobamba



Fuente: Costa (2019)

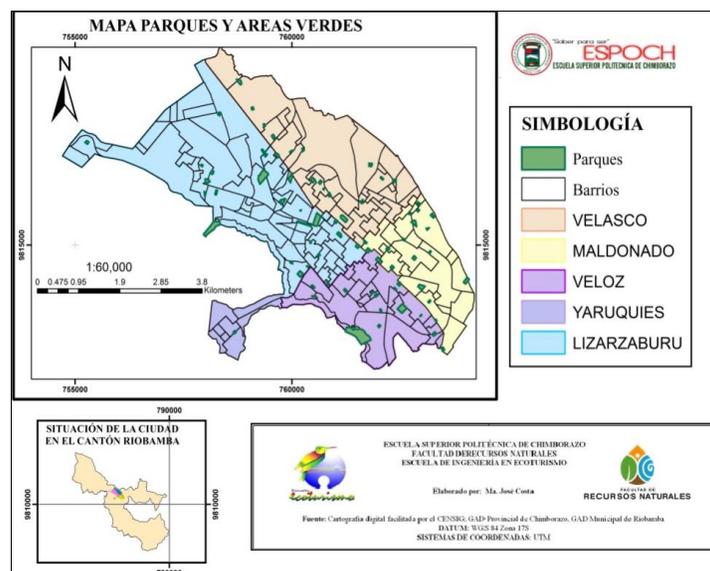
Se registra el trabajo de un nuevo sistema que incluye una línea de conducción desde los pozos de Llío hasta la Saboya, así como el incremento del número de tanques de reserva en El Carmen y otro junto al Colegio Maldonado. Otras fuentes subterráneas que en la actualidad están siendo aprovechadas para abastecer de agua potable a la población son: La Huerta, Servidores y San Gabriel del Aeropuerto, estas aportan con el 19,1% del volumen total.

La figura 1 muestra las diferentes redes de agua potable que abastecen a la ciudad de Riobamba; del total de la red hídrica a la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Riobamba le corresponde el 84,69% de la gestión, el 10,28% al GAD Provincial de Chimborazo y el restante 5,03% a otras entidades (Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado, 2018).

## Componente 2: Belleza escénica

Se evaluó a través del: ordenamiento territorial ambiental, n° de espacios verdes urbanos, n° de m<sup>2</sup> de espacios recreativos por habitante, n° de parques de responsabilidad empresarial, asignación de arbolado nativo viario según tipología de calle, y n° de espacios con acceso público y urbanismo sin barreras arquitectónicas.

**Figura 2:** Distribución de áreas verdes y parques



Fuente: Costa (2019)

Se destaca en la figura 2 la distribución de áreas verdes en la ciudad, estableciéndose que el perímetro urbano de la ciudad es de 3 163,10 ha, del cual el 47% está conformado por lotes

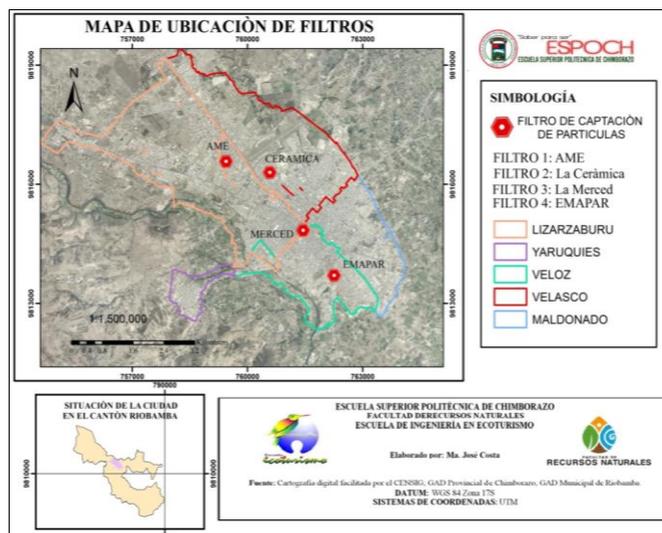
baldíos; mientras que, el restante está ocupado por edificaciones, áreas verdes, parques públicos y privados. Esta relación establece que la ciudad no cumple con la disposición de 9 m<sup>2</sup> de áreas verdes por habitante, estándar internacional propuesto por la Organización Mundial de la Salud (Diario El Telegrafo, 2018).

Según el GADM de Riobamba en la ciudad existen 108 áreas verdes, entre las que se encuentran: los parques de recreación, canchas y zonas verdes, a pesar de los esfuerzos del GADM muchos de estos lugares siguen siendo insuficientes para satisfacer la necesidad de la población.

### Componente 3: Regulación del clima

Se levantaron los indicadores: porcentaje de partículas suspendidas respirables, consumo de clorofluorocarbonos que agotan la Capa de Ozono (Toneladas PAO), emisiones de CO<sub>2</sub>, gasto público ambiental, n° de zonas en el área urbana con monitoreo de la calidad del aire y contaminación del área urbana por tipo de contaminante proveniente de emisiones.

Figura 3: Monitoreo de calidad del aire



Fuente: Costa (2019)

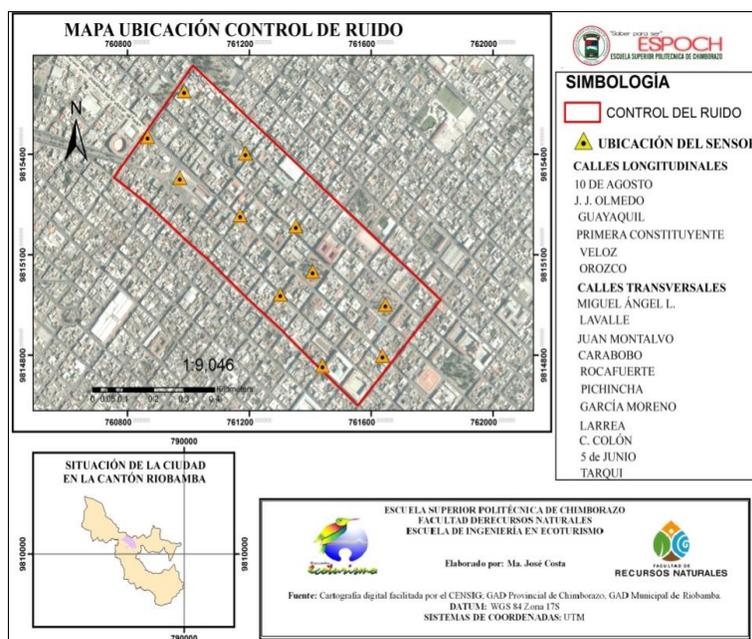
En relación a la contaminación del aire, éste se plantea como un tema clave y preocupante que poco a poco reduce la calidad de vida urbana. Entre los principales tipos de contaminantes se aprecia: a) el desordenado crecimiento de la transportación pública y la falta de ordenamiento del tránsito en general; b) extensas áreas agrícolas sin recubrimiento vegetal; c) la deficiente calidad

del combustible procedente de refinерías obsoletas; d) la falta de un apropiado control de las emisiones de la actividad industrial; y e) emisiones de ceniza del volcán Tungurahua, entre otras. Dentro de la ciudad se identificó cuatro filtros de captación de partículas instalados por el GADM de Riobamba (figura 3), los cuales monitorean frecuentemente la cantidad de CO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> y O<sub>3</sub> presentes en el aire.

#### Componente 4: Regulación del ruido

Se analizó por medio de los siguientes indicadores: densidad de tráfico, índice de contaminación auditiva, n° de personas que usan bicicleta como medio habitual de transporte, total de vías en mal estado, total de nuevas vías y n° de ordenanzas municipales para protección contra el ruido.

Figura 4: Monitoreo del ruido



Fuente: Costa (2019)

Desafortunadamente, la contaminación acústica cada año aumenta al igual que aumenta la población y el desarrollo urbano. En la figura 4, se observa la zona de mayor contaminación por ruido de la ciudad, entre los elementos que acrecientan este problema está el crecimiento desordenado y no planificado que se da de forma continua y sin restricción alguna, el aumento excesivo del parque automotor en los últimos años, la actividad industrial, el desarrollo de obras públicas a horas de alta movilidad, los servicios de limpieza y recolección de basuras, sirenas,

alarmas, actividades lúdicas y recreativas, entre otras, que en su conjunto llegan a originar lo que se conoce como Contaminación Ambiental Urbana por Ruido (CAUR). Dentro de la ciudad de identifican 11 sensores de control de ruido, ubicados principalmente en el centro histórico de la ciudad (figura 4).

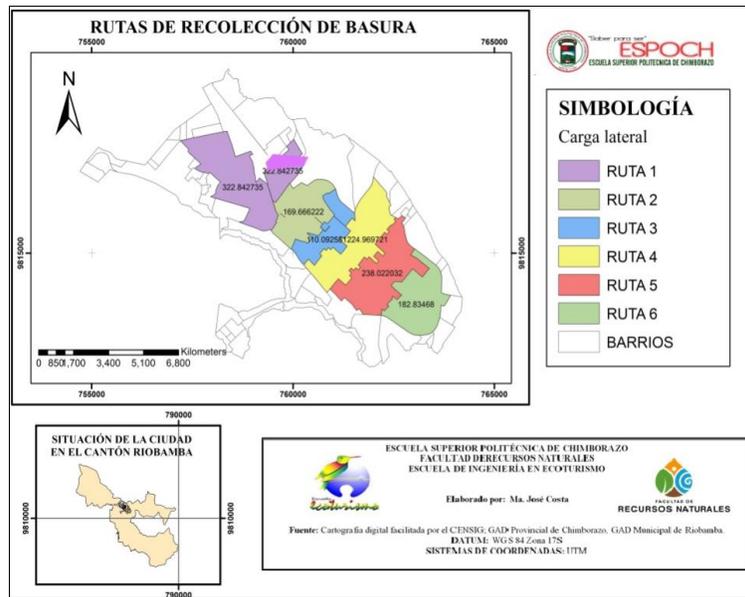
En relación a este SA, el GADM de Riobamba dispone de una ordenanza municipal para la regulación del ruido que detalla las acciones que son consideradas transgresoras y contaminadoras de ruido; en ésta también se indica la sanción existente para infractores de primera vez, la cual oscila entre 3 y 4 Remuneraciones Básicas Unificadas, vigentes a la fecha de la infracción; mientras que, para los infractores reincidentes la sanción será con el doble del monto impuesto la vez anterior, más la clausura del establecimiento o su reubicación en el caso que corresponda.

### **Componente 5: Tratamiento de residuos**

Se evaluó por medio de los indicadores de: uso y/o reciclaje de residuos sólidos per cápita (kg por persona), proporción de la población con acceso a servicios de saneamiento mejorados en zonas urbanas, volumen vertido de desechos sólidos en el relleno sanitario, uso de materiales reutilizables, reciclados y renovables en obras; instalación de puntos limpios y, evaluación de impacto ambiental.

Se identificó que el GADM de Riobamba no ha considerado en su totalidad la expansión urbana que presenta la ciudad, hecho que es evidente dentro de la figura 5, donde se ilustra la ubicación de los contenedores de basura y la distribución de las seis rutas de recolección del sistema de carga lateral, todo esto se hace únicamente dentro de cuatro de las cinco parroquias urbanas: Lizarzaburu, Maldonado, Velasco y Veloz.

**Figura 5:** Tratamiento de residuos



**Fuente:** Costa (2019)

Costo de proporcionar los SA a la población de la zona urbana

Es necesario precisar que los SA proporcionados por el GADM de Riobamba tienen un costo de mantenimiento que permite el funcionamiento de los mismos, valores que son transferidos al usuario a través del cobro de tarifas por acceder al servicio.

El detalle se explica en el Plan Operativo Anual (POA) de cada departamento encargado del SA dentro del GADM de Riobamba. Para determinar el costo de cada uno de los SA antes analizados, se construyó una matriz ad hoc, para detallar los distintos requerimientos por servicio. De esta manera, el costo de producir la oferta hídrica se establece en 1 530 984,17 dólares (tabla 2); la belleza escénica en 106 429,41 (tabla 3); la regulación del clima en 50 700,00 (tabla 4); la regulación del ruido en 3 200,00 (tabla 5); y el tratamiento de residuos en 231 631,85 (tabla 6), dando un total que representa 1 922 945,43 dólares para brindar los cinco SA en la zona urbana.

**Tabla 2:** Costos de la oferta hídrica

Denominación del requerimiento	Descripción	Costo de producción por requerimiento
Adquisición de materiales y herramientas	Adquisición de materiales y herramientas de agua potable y alcantarillado para solventar las necesidades de los usuarios	177 537,00
Sistema de agua potable y alcantarillado	Contratación para el mantenimiento de los 7 pozos que posee la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado	233 080,00
Mantenimiento y reparación del sistema de agua potable, pozos y alcantarillado	Por daños en maquinaria de la empresa o imprevistos	924 771,17
Mantener un adecuado control y funcionamiento del sistema de agua potable y alcantarillado	Control y reducción de pérdidas de aguas superficiales	8 596,00
Alquiler de vehículos y maquinarias	Mantenimiento de pozos, maquinaria y equipo	100 000,00
Adquisición de vestuario y prendas de seguridad	Proceso de adquisición de ropa de trabajo, prendas de seguridad y calzado para todo el personal operativo de la empresa	87 000,00
<b>Costo total de producción del SA</b>		<b>1 530 984,17</b>

**Fuente:** Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado (2018)

**Tabla 3:** Costos de la belleza escénica

Denominación del requerimiento	Descripción	Costo de producción por requerimiento
Adquisición de herramientas menores	Compra de herramientas menores para el personal de jardinería	1 800,00
Adquisición de plantas	Compra de plantas para mantenimiento de áreas verdes en óptimas condiciones	6 000,00
Adquisición de materiales de plomería	Materiales que serán utilizados en el riego en los parques	1 000,00
Adquisición de equipos y maquinaria	Equipos y maquinaria para el Departamento de parques y jardines	8 539,11
Implementos de seguridad vial	Seguridad dentro del mantenimiento de las áreas verdes	600,00
Adquisición de materiales para el pintado de árboles y bordillos de	Mantenimiento de ornato	1 574,41

parques y parterres		
Adquisición de insumos agrícolas	Insumos empleados en las diferentes áreas verdes	5 000,00
Contratación del personal responsable de la parte técnica dentro del departamento	Salario del personal técnico	16 862,96
Contratación de 8 personas para el trabajo operativo (jardineros)	Salario del personal de mantenimiento de las áreas verdes	65 052,93
Costo total de producción del SA		<b>106 429,41</b>

Fuente: Departamento de Gestión Ambiental, Salubridad e Higiene (2018)

**Tabla 4:** Costos de la regulación del clima

Denominación del requerimiento	Descripción	Costo de producción por requerimiento
<b>Mantenimiento de equipos y adquisición de implementos para el monitor de la calidad del aire</b>	Compra de insumos para el mantenimiento de los equipos de monitoreo	2 000,00
<b>Material informativo de educación ambiental</b>	Material de difusión para la concientización ciudadana	3 500,00
<b>Adquisición de materiales de uso médico para el Laboratorio Bromatológico Municipal</b>	Adquisición de consumibles, materiales y reactivos	36 000,00
<b>Contratación de los servicios profesionales</b>	Personal para mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos	4 000,00
<b>Mantener el monitoreo de la calidad del aire con apoyo de las instituciones del ramo (Ministerio del Ambiente, Secretaría de Ambiente del Distrito Metropolitano de Quito, UNACH y Hospital General Docente de Riobamba)</b>	Cerramiento de espacio destinado a estación meteorológica en el Hospital General Docente de Riobamba	4 700,00
	Instalación de la estación meteorológica	400,00
	Adquisición de materiales de oficina	100,00
Costo total de producción del SA		50 700,00

Fuente: Departamento de Gestión Ambiental, Salubridad e Higiene (2018)

**Tabla 5:** Costos de la regulación del ruido

Denominación del requerimiento	Descripción	Costo de producción por requerimiento
Mantenimiento de equipos y adquisición de implementos para el monitoreo del ruido	Control del ruido	2 000,00
Gestiones que beneficien al Departamento de Gestión Ambiental, Salubridad e Higiene	Viáticos y subsistencias.	1 200,00
Costo total de producción del SA		3 200,00

**Fuente:** Departamento de Gestión Ambiental, Salubridad e Higiene (2018)

**Tabla 6:** Costos del tratamiento de residuos

Denominación del requerimiento	Descripción	Costo de producción por requerimiento
Contrato de personal	Para barrido manual de la ciudad y recolección domiciliaria	162 632,32
Contrato de choferes que apoyarán en la recolección de residuos sólidos domiciliarios	Contrato de 5 choferes para los vehículos recolectores de carga lateral	42 049,30
Contrato de un técnico para el manejo de desechos hospitalarios	Técnico para el manejo de desechos hospitalarios	12 012,59
Adquisición de herramientas y materiales para el trabajo de barrido manual de calles y recolección domiciliaria	Materiales y herramientas para el trabajo operativo dentro de la gestión integral de residuos sólidos	2 240,14
Disponer en toda la ciudad de los contenedores de carga lateral en óptimas condiciones	Trabajos de mantenimiento de contenedores estacionarios del sistema de carga lateral	5 000,00
Disponer de prendas de protección para el personal operativo	Adquisición de prendas de protección para el personal operativo	7 697,50
Costo total de producción del SA		231 631,85

**Fuente:** Departamento de Gestión Ambiental, Salubridad e Higiene (2018)

## Evaluación del pago de SA

En complemento, es necesario especificar cómo se obtienen los recursos para cubrir la producción de los SA, para lo cual se tomó en cuenta: a) la descripción de la tarifa establecida por

el departamento encargado del SA ofrecido, b) el valor total del costo mensual a pagar sumado el total de la tarifa impuesta y c) el resultado el valor económico total del SA. Esta información se desprende de las entrevistas efectuadas a los directivos de los departamentos responsables.

En función a los datos establecidos previamente, se calculó que la oferta hídrica tiene una recaudación anual aproximada de \$ 8 275 915,20 por consumo (tabla 7), que al restar el valor de producción genera un saldo de \$ 6 744 931,03.

**Tabla 7:** Pago por la oferta hídrica

Descripción	Valor unitario del Servicio
<b>Servicio agua potable fijo</b>	0,12
<b>Servicio alcantarillado fijo</b>	0,12
<b>Servicio de aseo público y recolección de basura</b>	1,44
<b>Subsidio pliegos tarifarios a.l.c</b>	0,91
<b>Subsidio pliegos tarifarios ap.</b>	0,91
<b>Total mensual</b>	3,50
<b>Pago por consumo mensual promedio</b>	15,00
<b>Usuarios</b>	224 889,00
<b>Porcentaje de usuarios que tienen acceso*</b>	92%
<b>Demanda actual</b>	206 897,88
<b>Núcleos familiares (4,5 personas por núcleo familiar INEC 2010)</b>	45 977, 31
<b>Recaudación mensual</b>	689 659,60
<b>Recaudación anual</b>	8 275 915,20

Fuente: Costa (2019)

Para el servicio de belleza escénica el monto total de recaudación es de \$ 6 800 643,36 por consumo (tabla 8), identificando una diferencia de \$ 6 694 213,95.

**Tabla 8:** Pago por la belleza escénica

Descripción	Valor unitario del Servicio
Impuesto predial urbano (valor por usuario)	26,59
Por mantenimiento e incorporación al nuevo catastro urbano	2,00
Solar no edificado (valor por usuario)	120,88
Costo emisión de títulos de crédito	2,00
<b>Total mensual</b>	<b>4,00</b>
<b>Pago por consumo mensual promedio</b>	<b>4,00</b>
<b>Usuarios</b>	<b>224 889,00</b>
<b>Porcentaje de usuarios que tienen acceso</b>	<b>63%</b>
<b>Demanda actual</b>	<b>141 680,07</b>
<b>Recaudación mensual</b>	<b>566 720,28</b>
<b>Recaudación anual</b>	<b>6 800 643,36</b>

Fuente: Costa (2019)

En la regulación del aire, la recaudación asciende a \$ 292 103 824,30 por consumo (tabla 9); generando un saldo de \$ 292 053 124,30.

**Tabla 9:** Pago por la regulación del aire

Descripción	Valor unitario del Servicio
<b>Menor a 1.500 cc</b>	0,00
<b>1.501 - 2.000 cc</b>	0,08
<b>2.001 - 2.500 cc</b>	0,09
<b>2.501 - 3.000 cc</b>	0,11
<b>3.001 - 3.500 cc</b>	0,12
<b>3.501 - 4.000</b>	0,24
<b>Más de 4.000 cc</b>	0,35
<b>Total mensual</b>	<b>0,99</b>
<b>Pago por consumo mensual promedio</b>	<b>123,00</b>
<b>Usuarios</b>	<b>224 889,00</b>
<b>Porcentaje de usuarios que tienen acceso</b>	<b>88%</b>

<b>Demanda actual</b>	197 902,32
<b>Recaudación mensual</b>	24 341 985,36
<b>Recaudación anual</b>	292 103 824,30

Fuente: Costa (2019)

La recaudación anual por el SA de regulación del ruido es 0,00 dólares por su consumo (tabla 10), generando un déficit por la prestación del servicio.

**Tabla 10:** Pago por la regulación del ruido

Descripción	Valor unitario del Servicio
<b>Pago promedio por sanción</b>	0
<b>Usuarios</b>	224 889,00
<b>Porcentaje de usuarios que tienen acceso</b>	0%
<b>Demanda actual</b>	0,00
<b>Recaudación anual</b>	0,00

Fuente: Costa (2019)

**Tabla 11:** Pago por el tratamiento de residuos

Descripción	Valor unitario del Servicio
<b>0 - 40 m<sup>3</sup></b>	1,44
<b>41 - 60 m<sup>3</sup></b>	2,49
<b>61- 100 m<sup>3</sup></b>	4,31
<b>101 - 300 m<sup>3</sup></b>	9,37
<b>301 m<sup>3</sup> en adelante</b>	50,00
<b>Pago por consumo mensual promedio</b>	8,00
<b>Usuarios</b>	224 889,00
<b>Porcentaje de usuarios que tienen acceso</b>	68%
<b>Demanda actual</b>	152 924,52
<b>Núcleos familiares (4,5 personas por núcleo familiar INEC 2010)</b>	33 983,23
<b>Recaudación mensual</b>	271 865,81
<b>Recaudación anual</b>	3 262 389,76

Fuente: Costa (2019)

## **Percepción de la población sobre el pago de SA**

En esta sección, se emplearon los resultados de las encuestas aplicadas sobre los SA para analizar la perspectiva de la población.

### **Servicio de agua potable**

El 92% de la población tiene acceso al servicio, de ellos el 50% paga un valor entre \$ 5 y \$ 15 por núcleo familiar, en tanto que, el 21% afirma que paga entre \$ 16 y \$ 26, mientras que, el porcentaje restante supera el valor de \$ 26. El 40% de la población determina que consume aproximadamente 246 L al mes para las necesidades básicas de su núcleo familiar, seguido de un 38% que declara un consumo mayor a 346 L mensuales, mientras que el 22% no conoce la cantidad que consume al mes. Así también, el 69% de los habitantes señala que no ha tenido ningún problema al consumir o utilizar el agua suministrada; sin embargo, el 31% restante afirma que ha tenido varios problemas con este servicio. El 34% ha tenido problemas estomacales, el 20% expresa que el sistema de potabilización del agua no es adecuado y al consumirla tiene parasitosis, el 18% explica que al utilizar el agua ha adquirido problemas en la piel como hongos, eczema y dermatitis, y el 27 % tiene problemas con residuos y exceso de cloro.

A partir de los resultados, se aprecia que el 92% de los habitantes de la zona urbana estarían dispuestas a pagar por el mantenimiento y calidad del servicio de agua potable.

### **Servicio de espacios verdes**

En este servicio solo el 63% afirma tener acceso a áreas verdes en el sector donde habita o cerca del mismo. El 52% percibe que las áreas verdes existentes no cuentan con las facilidades necesarias ni adecuadas para su uso; no obstante, el 48% considera que existen facilidades, pero éstas no las suficientes.

Únicamente el 23% de los encuestados expresa no haber experimentado ningún tipo de contratiempo en estos espacios; sin embargo, un 21% menciona que, al visitar estos lugares encuentra basura y desperdicios, el 15% excremento de animales, el 14% ha sido víctima de robo o se ha encontrado con personas libando o consumiendo sustancias psicotrópicas. En función de ello, el 63% de los habitantes está de acuerdo con el pago para el mantenimiento y protección de áreas verdes.

### **Servicio de condición atmosférica**

En lo que se refiere a la evaluación de la calidad del aire, el 62% de los encuestados considera que es regular, mientras que el 21% menciona que el aire que respiran por el momento es bueno por ser una ciudad pequeña y no muy contaminada, aunque un 17% considera que es malo.

Durante el estudio un 91% de los encuestados no conocía del monitoreo permanente del aire que se realiza en la ciudad, y solo el 9% conoce debido a su cercanía a estos puntos. Además, el 88% de la población desconoce cuánto se paga por concepto de contaminación ambiental porque no poseen auto o no recuerdan el valor que pagan. Del 12% que conoce sobre del pago por contaminación ambiental, un 29% explica que éste se encuentra entre \$ 103 y \$ 123, y un 22% identifica un pago entre \$ 40 y \$ 60.

En resumen, se aprecia que el 88% está de acuerdo con el pago para monitorear y controlar la contaminación del aire.

### **Servicio de condición de ruido**

Un 48% de la población determina que el ruido es permanente, el 42% lo percibe a ciertas horas del día, y el restante considera que no hay ruido. El 41% de los encuestados perciben que es el centro de la ciudad es donde existe más ruido, seguido del 34% que considera más ruidosas las terminales de transporte y las zonas empresariales.

Un 27% de los encuestados opina que, el ruido generado causa problemas auditivos, para el 33% causa insomnio y problemas de concentración, al 23% genera migrañas y al 17% genera estrés por la exposición al mismo. En función de ello, el 59% de los habitantes está de acuerdo con el pago que realiza por el servicio.

### **Servicio de residuos sólidos**

El 66% de la población menciona que, sí recibe el servicio de limpieza pública tanto en barrios como en las calles principales de la ciudad y solo el 34% percibe lo contrario.

En referencia al pago, el 45% cancela un valor entre \$ 3 a \$ 8, sin embargo, el 34% desconoce la cantidad exacta que cancela por el SA. Asimismo, la mayoría de usuarios (92%) no conoce los proyectos de reciclaje de desechos que implementa el GADM. Así también, el 66% menciona que la recolección de basura aún no es eficiente, debido a que algunos lugares de la ciudad continúan descuidados y varios de los eco-tachos están dañados.

El 68% de los encuestados está de acuerdo con el pago por el manejo de residuos para mantener limpia la ciudad, el porcentaje restante considera lo contrario, pues manifiesta que es el GADM quien debe asumirlo.

Adicional a ello, en relación a los impuestos municipales el 72% de los encuestados manifiesta que el dinero recaudado no se reinvierte en la mejora del SA, mientras que el 28% piensa lo contrario. También, se consultó a la ciudadanía sobre la importancia de la sostenibilidad ambiental de la ciudad, obteniendo que el 66% expresa que los SA si son relevantes para el desarrollo de la urbe.

### **Análisis de correspondencias simple para la oferta hídrica**

En la tabla 12 se aprecia la distribución de frecuencias de las 335 personas encuestadas que conocen el monto cancelado por el servicio de agua potable de sus hogares, de acuerdo al grado de conformidad con el pago y el monto cancelado. Así, se evidencia que aproximadamente el 54% de los encuestados cancela un monto que se encuentra en el rango de \$ 5 a \$ 15 mensuales, de éstos el 98% está conforme con el pago.

**Tabla 12:** Tabla de correspondencias

Monto	Conformidad con el pago del agua		
	Si	No	Margen activo
5-15	189	4	193
16-26	78	4	82
27-37	19	9	28
38-48	15	4	19
49-59	3	2	5
60-más	7	1	8
Margen activo	311	24	335

**Fuente:** Costa (2019)

Al evaluar el valor p de la prueba Chi-cuadrado (0,000) obtenido en la tabla 13, se observa que éste es altamente significativo al ser menor a 0,01, procediendo al rechazo de la hipótesis nula de que las variables son independientes. Por tanto, se concluye que la conformidad con el pago por la calidad y mantenimiento del servicio de agua potable está asociada con el monto cancelado mensualmente. La relación de estas variables se puede resumir en una sola dimensión, que explica el 100% de la información.

**Tabla 13:** Tabla de resumen

Dimensión	Valor propio	Inercia	Chi-cuadrado	Sig.	Proporción de inercia		Confianza para el Valor propio
					Explicada	Acumulada	Desviación típica
1	0,380	0,144			1,000	1,000	0,075
Total		0,144	48,393	0,000 <sup>a</sup>	1,000	1,000	
a. 5 grados de libertad							

Fuente: Costa (2019)

Para visualizar la relación existente, se realizó una gráfica de acuerdo a las coordenadas en cada una de las categorías de las variables, información obtenida de la columna “Puntuación en la dimensión” de las tablas 14 y 15. Como basta una sola dimensión, se elaboró el gráfico en el eje X a partir del origen (punto cero), colocándose a la derecha las categorías que tengan signo positivo y a la izquierda las categorías con signo negativo.

**Tabla 14:** Examen de los puntos de fila<sup>a</sup>

Monto	Masa	Puntuación en la dimensión	Inercia	Contribución		
		1		De los puntos a la inercia de la dimensión	De la dimensión a la inercia del punto	
				1	1	Total
5-15	0,576	-0,320	0,022	0,155	1,000	1,000
16-26	0,245	-0,144	0,002	0,013	1,000	1,000
27-37	0,084	1,571	0,078	0,543	1,000	1,000
38-48	0,057	0,874	0,016	0,114	1,000	1,000
49-59	0,015	2,065	0,024	0,167	1,000	1,000
60-más	0,024	0,336	0,001	0,007	1,000	1,000
Total activo	1,000		0,144	1,000		
a. Normalización Simétrica						

Fuente: Costa (2019)

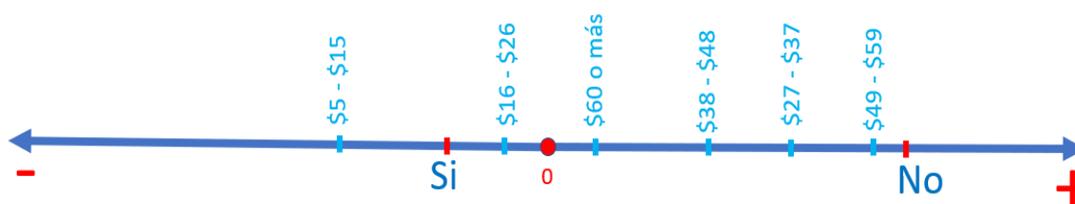
**Tabla 15:** Examen de los puntos de columna<sup>a</sup>

CP_agua	Masa	Puntuación en la dimensión	Inercia	Contribución		
		1		De los puntos a la inercia de la dimensión	De la dimensión a la inercia del punto	
				1	1	Total
Si	0,928	-0,171	0,010	0,072	1,000	1,000
No	0,072	2,219	0,134	0,928	1,000	1,000
Total activo	1,000		0,144	1,000		
a. Normalización Simétrica						

Fuente: Costa (2019)

En la figura 6 se encuentra la relación existente entre las dos variables, al extremo derecho del origen se ubican los encuestados que no están conformes con la calidad y mantenimiento del servicio de agua potable, mientras que, en el extremo izquierdo aquellos que si lo están. El pago mensual realizado por los encuestados inconformes se encuentra en el rango de \$ 27 a \$ 59; mientras que, el pago mensual de quienes están conformes con el servicio es menor a \$ 27. Adicionalmente, se podría decir que los encuestados que cancelan montos de \$ 60 o más su grado de conformidad es indiferente, por cuanto se encuentra más próximo al punto de origen.

**Figura 6:** Relación de aceptación al pago por la calidad del servicio de agua potable



Fuente: Costa (2019)

### Evaluación de la sostenibilidad en Riobamba

Como última fase, la sostenibilidad se midió a través de una ponderación. En primer lugar, se asignó valores de 1 y 0, donde 1 representa que, en el área de estudio se cumple o dispone de referencias de estar ejecutándose, y 0 en caso de ausencia en el cumplimiento o que no exista referencia alguna de que se estuviera ejecutando.

**Tabla 16:** Matriz de valoración de sostenibilidad

SA	Indicadores	Ponderaciones	
		Cumple	No cumple
Oferta hídrica	Proporción de la población con acceso a agua potable	1	
	Cobertura de alcantarillado en zonas urbanas	1	
	Número de plantas de tratamiento para aguas residuales		0
	Porcentaje de contaminación hídrica por industrias del total de contaminación	1	
	Porcentaje del suministro de agua en el sector urbano	1	
	Porcentaje de pérdidas económicas por inundaciones y deslizamientos		0

	<b>Subtotal SA 1</b>	4	2
Belleza escénica	Número de espacios verdes urbanos		0
	Número de m <sup>2</sup> de espacios recreativos por habitante	1	
	Número de parques de responsabilidad empresarial	1	
	Asignación de arbolado nativo viario según tipología de calle		0
	Número de espacios con acceso público y urbanismo sin barreras arquitectónicas		0
	Número de planes de ordenamiento territorial ambiental		0
	<b>Subtotal SA 2</b>	2	3
Regulación del clima	Porcentaje de partículas suspendidas respirables (PM <sub>10</sub> ) microgramos por metro cúbico	1	
	Consumo de Clorofluorocarbonos que agotan la Capa de Ozono (Toneladas PAO).		0
	Emisiones de CO <sub>2</sub> (tn métricas per cápita)	1	
	Porcentaje del dinero invertido en actividades ambientales		0
	Número de zonas en el área urbana con monitoreo de la calidad del aire	1	
	Contaminación del área urbana por tipo de contaminante proveniente de emisiones vehiculares (tn métricas per cápita)		0
	<b>Subtotal SA3</b>	3	3
Regulación del ruido	Porcentaje de la densidad del tráfico en la zona urbana		0
	Índice de contaminación auditiva	1	
	Número de personas que usan bicicleta como medio habitual de transporte	1	
	Total de vías en mal estado (km)	1	
	Total de nuevas vías urbanas (km)	1	
	Número de ordenanzas (políticas) municipales para protección contra el ruido		0
	<b>Subtotal SA 4</b>	4	2
Tratamiento de residuos	Uso y/o reciclaje de residuos sólidos per cápita (kilogramos por persona)	1	
	Proporción de la población con acceso a servicios de saneamiento mejorados, en zonas urbanas.	1	
	Cantidad de desechos sólidos vertidos en el relleno sanitario		0
	Porcentaje de material reutilizable, reciclado y renovable en obras		0
	Instalación de puntos limpios para recolectar desechos	1	
	Evaluación de impacto ambiental en la zona urbana		0

	<b>Subtotal SA 5</b>	<b>3</b>	<b>6</b>
	<b>Evaluación total (Subtotal 1+2+3+4+5)</b>	<b>16</b>	<b>14</b>
	<b>Porcentaje de cumplimiento</b>	<b>53%</b>	<b>47%</b>
	<b>Total de indicadores evaluados</b>	<b>30</b>	

Fuente: Costa (2019)

De acuerdo a la tabla 16, la ciudad de Riobamba alcanza un cumplimiento del 53% de los indicadores evaluados, lo que conforme a lo indicado en la tabla 17 corresponde a un nivel bajo en la sostenibilidad urbana.

**Tabla 17:** Evaluación sostenibilidad urbana

<b>Nivel de sostenibilidad</b>	<b>Alta</b>	<b>Media</b>	<b>Baja</b>	
<b>Valores de referencia</b>	100%	99 – 60%	59 – 30%	29 – 0%

Fuente: Costa (2019)

## Conclusiones

La valoración económica de los SA evidenció que existe un alto porcentaje de la población que sin saberlo asigna un valor al acceso de estos servicios; sin embargo, la población percibe que la recaudación de impuestos no está siendo reinvertida en proyectos que evidencien un aporte a la sostenibilidad de la ciudad, por lo que, manifiesta su inconformidad por la calidad de los SA que actualmente recibe.

Adicional a ello, la evaluación de la sostenibilidad urbana de Riobamba es baja, por cuanto se registra el cumplimiento del 53% de los indicadores, debido a que, a pesar de contar con una serie de ellos, éstos no están siendo evaluados ni monitoreados. Es necesario recalcar que no basta solo con validar indicadores, la tarea debe ser monitorearlos, implementar proyectos para su mejora y evaluar los resultados, para finalmente informar a la ciudadanía con el fin de que, desarrollen conciencia y aporten al cuidado y mantenimiento de muchos de estos SA.

## Referencias

1. Asamblea General de las Naciones Unidas. (2019). *Desarrollo sostenible: ONU*. <https://www.un.org/es/ga/president/65/issues/sustdev.shtml>
2. Constitución de la República, (2008). Registro Oficial 449 de 20 octubre de 2008. [https://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/documents/old/constitucion\\_de\\_bolsillo.pdf](https://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/documents/old/constitucion_de_bolsillo.pdf)
3. Costa, M. J. (2019). *Valoración de servicios ambientales proporcionados por el GADM que incide en la sostenibilidad integral de la zona urbana, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
4. Departamento de Gestión Ambiental Salubridad e Higiene. (2018). *Plan Operativo Anual. Informe técnico*.
5. Diario El Telegrafo. (2018, 30 de enero). Quito supera el índice de áreas verdes de la OMS Quito. *El Telegrafo*. <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/quito/1/quito-supera-el-indice-de-areas-verdes-de-la-oms>
6. Durán, G. (2018). *Medir la sostenibilidad - Indicadores económicos, ecológicos y sociales*. Universidad Autónoma de Madrid.
7. Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado. (2018). *Oferta Hídrica, agua potable y alcantarillado*. Riobamba
8. Estévez, R. (2017). *Un poco de historia sobre el desarrollo sostenible*. EcoInteligencia. <https://www.ecointeligencia.com/2017/06/historia-desarrollo-sostenible/>
9. GADM de Riobamba. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2015-2019*. Riobamba
10. Gómez, C. (2013). El desarrollo sostenible: conceptos básicos, alcance y criterios para su evaluación. En B. Garea (Ed.), *Cambio climático y desarrollo sostenible: Bases conceptuales para la educación en Cuba* (pp. 90–111). UNESCO.
11. Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión de suelo, (2016). Registro Oficial 790 de 05 de julio de 2016.

12. Lomas, P., Martín, B., Louit, C., Montoya, D., Montes, C., & Álvarez, S. (2005). *Guía práctica para la valoración económica de los bienes y servicios ambientales*. Fundación Interuniversitaria Fernando González Bernáldez.
13. Naciones Unidas. (2015). *El desafío de la sostenibilidad ambiental en América Latina y el Caribe*. Naciones Unidas.
14. Peña, D. (2002). *Análisis de Datos Multivariantes*. McGraw-hill.
15. Pérez, C. (2004). *Técnicas de Análisis Multivariante de Datos*. Pearson Educación.
16. Piray, M. (2016). *Evaluación del modelo de gestión para la operación de servicios turísticos en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo (RPFCH), caso refugios Carrel y Whymper*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
17. Sarrade, D. (2013). Relaciones entre salud, educación y ambiente en Quito: el rol de educación sanitaria y ambiental. *Revista Letras Verdes*, 13, 2–18.
18. SIREFOR. (2005). *Sistemas de Información de los Recursos Forestales de Costa Rica Costa Rica*.
19. UNESCO. (2017). *Cultura: futuro urbano; informe mundial sobre la cultura para el desarrollo urbano sostenible*. UNESCO.

©2020 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).