



**UNIBA**  
Centro Universitario  
Internacional  
de Barcelona

**Centro  
adscrito**



**UNIVERSITAT DE  
BARCELONA**

**UNIBA**

CENTRO INTERNACIONAL DE BARCELONA

CENTRO ADSCRITO A LA UNIVERSIDAD DE BARCELONA

FACULTAD DE GEOGRAFÍA E HISTORIA

**TEMA:**

**DIAGNÓSTICO Y DISEÑO DE UN PLAN DE RECUPERACIÓN  
DE LAS RIBERAS DEL RÍO MILAGRO, CANTÓN MILAGRO-  
ECUADOR**

TRABAJO FINAL DEL MÁSTER EN PLANIFICACIÓN TERRITORIAL Y  
GESTIÓN AMBIENTAL

**AUTORA:**

María Alejandra Ibarra Matamoros

**TUTOR:**

Iván Portugués Mollá Ph.D.

2020

## **Dedicatoria**

Este trabajo se lo dedico a mi familia, quienes han estado apoyándome de todas las formas posibles. En especial a mi esposo Jorge Paredes, mis hijos Rafael y Amaru Paredes Ibarra (tres y un año respectivamente), mi mamá Clara, mi papá Mariano y mi hermana Jullyana.

## **Resumen**

Este trabajo busca diagnosticar las causales del fracaso de la implementación de soluciones sostenibles para mitigar el deterioro del paisaje fluvial en el cantón Milagro. El río Milagro divide a la ciudad de Milagro en 4 zonas paisajísticas, la urbana, la agrícola, la industrial y la agro-residencial. El río atraviesa el casco urbano y como tal es un elemento principal del paisaje cuyo equilibrio se encuentra en deterioro desde finales del siglo XX afectando la calidad de vida de sus habitantes. La carga contaminante en las riberas es uno de los problemas más persistente y se ha incrementado con el crecimiento poblacional acelerado. Este trabajo provee una revisión bibliográfica con respecto al estado actual de conservación del río y sus riberas. Además, se propone la implementación de un índice sencillo de monitoreo de la contaminación de las riberas (ICR) con el fin de elaborar un mapa de puntos calientes de contaminación que permita el manejo inteligente y eficiente de desechos por parte del municipio. Finalmente, el diagnóstico del investigador fue corroborado mediante la aplicación de encuestas electrónicas a los habitantes de la zona de influencia del río, quienes proveyeron información sobre la problemática y posibles medidas de mitigación. La contaminación de las riberas tiene sus raíces en la falta de educación ambiental de los habitantes, la escasa planeación en el manejo de desechos y las débiles medidas mitigadoras del municipio. Se determinó que los puntos calientes de contaminación se encuentran en el paisaje fluvial urbano en zona muy concurridas y de alta actividad comercial. Se provee un plan de manejo en base a programas de educación y vigilancia ambiental.

## **Abstract**

In Milagro, Ecuador, waste management practices are unsustainable, fail often and are short-term in that its effect last a couple months. In this work we sought to determine the underlying causes of this failure in the implementation of waste management policies. The Milagro river sections the city into four river landscapes: urban, agricultural, industrial and agro-urban. By crossing the city, the river is the most important element of the landscape, and therefore its contamination directly affects the life quality of the citizens. The main problem associated to the affectation of the river landscape is the accumulation of litter in the riversides that has increased with the population of Milagro since the late XIX century. In this work we provide a literature review on the conservation status of the river and riversides in Milagro. Also, we provide an example of how to use an index to measure the litter accumulation in the riversides (ICR). This index allowed the making of a heatmap that showed the critical geographic locations across the river that need special management attention. Finally, we crosschecked our diagnosis with the information provided by citizens thru polls that were conducted to know the perception of the citizens regarding the problem addressed in this work. The data suggest, the problem has roots in the lack of environmental education of the people of Milagro, with the urban river landscape being the most affected. Therefore, we proposed management strategies based on the environmental education and monitoring.

## Índice General

|   |    |
|---|----|
| Glosario de Siglas y acrónimos .....  | 1  |
| Capítulo I: Planteamiento del Problema .....                                    | 2  |
| 1.1. Introducción.....  | 2  |
| 1.2. Justificación.....   | 4  |
| 1.3. Antecedentes y estado de la cuestión.....                                  | 5  |
| 1.3.1. La contaminación de aguas en los municipios de Ecuador .....             | 5  |
| 1.3.2. Poblamiento en el río Milagro .....                                      | 7  |
| 1.3.3. Estado de la contaminación del río.....                                  | 9  |
| 1.4. Hipótesis .....  | 12 |
| 1.5. Objetivos: .....   | 12 |
| 1.5.1. Objetivos generales .....  | 12 |
| 1.5.2. Objetivos específicos.....   | 13 |
| Capítulo II: Marco teórico-conceptual.....                                      | 14 |
| 2.1. Contaminación ambiental.....   | 15 |
| 2.1.1. Contaminación hídrica .....  | 16 |
| 2.1.2. Causas de contaminación hídrica.....                                     | 16 |
| 2.1.3. Consecuencias de la contaminación de las riberas de los ríos .....       | 18 |
| 2.1.4. Fuentes de contaminación fluvial .....                                   | 18 |
| 2.2. Conceptos clave.....   | 19 |
| 2.2.1. Paisaje fluvial.....   | 19 |
| 2.2.2. Indicadores biológicos .....   | 20 |
| 2.2.3. Carga contaminante .....   | 21 |
| 2.2.4. Gestión de recursos hídricos .....                                       | 22 |
| 2.2.5. Participación ciudadana.....   | 23 |
| Capítulo III: Metodología .....   | 24 |
| 3.1. Revisión bibliográfica y de otros fondos .....                             | 24 |
| 3.2. Trabajo de campo .....   | 25 |
| 3.2.1. Índice de contaminación de riberas (ICR).....                            | 27 |
| 3.3. Medición de la percepción de contaminación de fuentes antropogénicas ..... | 28 |

|   |    |
|---|----|
| Capítulo IV: Presentación Territorial del Río Milagro.....                  | 30 |
| 4.1. Hidrología.....  | 31 |
| 4.2. Clima.....   | 32 |
| 4.3. Geomorfología, geología y edafología.....                              | 33 |
| 4.4. Flora.....   | 36 |
| 4.5. Fauna.....   | 37 |
| 4.6. Demografía.....  | 37 |
| Capítulo V: Resultados y Discusión.....                                     | 39 |
| 5.1. Revisión histórica de la contaminación en el río Milagro.....          | 39 |
| 5.2. Recorridos de campo.....   | 43 |
| 5.2.1. Puntos calientes de contaminación.....                               | 52 |
| 5.3. Percepción de contaminación por los encuestados.....                   | 54 |
| 5.3.1. Demografía de la muestra.....  | 55 |
| 5.3.2. Percepción sobre la contaminación del río.....                       | 57 |
| 5.3.3. Percepción de la gestión de residuos.....                            | 59 |
| 5.3.4. Percepción sobre la educación ambiental de la ciudadanía.....        | 61 |
| 5.3.5. Percepción sobre los efectos de la acumulación de desechos.....      | 64 |
| 5.3.6. Percepción sobre el manejo del problema por parte del municipio..... | 66 |
| 5.3.7. Sugerencias ciudadanas para el rescate del río y sus riberas.....    | 67 |
| 5.4. Análisis de los resultados.....  | 70 |
| 5.5. Propuesta de mejora.....   | 72 |
| 5.5.1. Educación ambiental.....   | 73 |
| 5.5.2. Vigilancia ambiental.....  | 74 |
| 5.5.3. Manejo de desechos eficiente.....                                    | 76 |
| Capítulo VI: Conclusiones.....  | 77 |
| Bibliografía.....   | 78 |
| Anexos.....   | 86 |
| Anexo 1. Encuesta Digital.....  | 86 |

## Índice de Tablas

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabla 1.</b> Tipo de documentación utilizada como fuente de información bibliográfica para este estudio y organismos de procedencia. .... | 25 |
| <b>Tabla 2.</b> Índice de contaminación de riberas (ICR) y criterios para su aplicación .....  | 28 |

## Índice de Figuras

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1.</b> El río Milagro atraviesa el casco urbano de la ciudad que lleva su nombre. Fuente: Elaboración propia empleando Google Maps. ....  | 3  |
| <b>Figura 2.</b> Registro fotográfico de la importancia del río Milagro en el comercio y esparcimiento de sus habitantes hasta mediados del siglo XX. A) Ciudadanos de Milagro trasportando bananos al puerto principal más cercano. B y C) Las canoas como vías principales de transporte de los ciudadanos. D) El río como lugar turístico y de esparcimiento para sus ciudadanos. ....   | 8  |
| <b>Figura 3.</b> Ubicación del Ingenio Azucarero Valdez en el Cantón Milagro. Fuente: Elaboración propia empleando Google Maps. ....  | 10 |
| <b>Figura 4.</b> Principales afluentes de la cuenca del río Guayas. El río Milagro forma parte de la subcuenca del río Babahoyo. De los principales afluentes, el río Milagro tiene los niveles más altos de contaminación (rojo), seguido por el río Daule (rosado) y el río Babahoyo (rosado claro) Fuente: Elaboración propia empleando Google Maps. ....  | 11 |
| <b>Figura 5.</b> Tipo de eliminación de desechos en la ciudad de Milagro. Fuente: Elaboración propia con datos del censo nacional de vivienda 2010 del INEC. ....   | 17 |
| <b>Figura 6.</b> Clasificación del paisaje fluvial del río Milagro. Fuente elaboración propia con base en los lineamientos de Rotger, 2017. ....  | 20 |
| <b>Figura 7.</b> Puntos geográficos equidistantes de inspección visual. En cada punto se realizó una valoración subjetiva del paisaje y se registró el estado de contaminación mediante fotografías. Fuente: Elaboración propia empleando imagen satelital de Google Maps 2015. ....  | 26 |
| <b>Figura 8.</b> Ubicación del área de estudio. El mapa político del Ecuador se muestra en la esquina superior izquierda, donde se señala en amarillo la provincia del Guayas. El mapa de la provincia del Guayas se muestra en la esquina inferior izquierda con la ubicación del cantón Milagro señalado en amarillo. El mapa de la esquina inferior derecha corresponde al cantón Milagro, con la ciudad de Milagro resaltada en amarillo y el río “Milagro” representado con la línea azul. El mapa de la esquina superior derecha muestra el último ensanche de la ciudad de Milagro con el río que lleva su nombre representado por la línea azul. Fuente: Elaboración propia. .... | 30 |
| <b>Figura 9.</b> Caudal máximo mensual de un río con régimen hidrológico húmedo de la ladera occidental de los Andes. ....  | 31 |

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 10.</b> Balance hídrico en la región de Milagro dado por la precipitación promedio mensual y el potencial de evapotranspiración. Fuente: Elaboración propia con datos del INAMHI-Ecuador. ....  | 33 |
| <b>Figura 11.</b> La geomorfología de Milagro consiste principalmente de suelos deposicionales aluviales. Fuente: MAG-Ecuador. ....   | 34 |
| <b>Figura 12.</b> Mapa del uso de suelos en el sector de Milagro. La zona se caracteriza por sus extensos cultivos de caña de azúcar. Fuente: MAG-Ecuador. ....   | 35 |
| <b>Figura 13.</b> Tipo de cultivos en el sector de Milagro. La zona se caracteriza por sus extensos cultivos de caña de azúcar. Los cultivos de banano, maíz y cacao son menos predominantes que el cultivo de caña de azúcar. Fuente: MAG-Ecuador. ....  | 36 |
| <b>Figura 14.</b> Evolución de la población rural, urbana y total en la ciudad de Milagro. La población ha crecido en 30 mil habitantes en los últimos 10 años, mientras que la población rural ha disminuido en las últimas décadas. ....  | 38 |
| <b>Figura 15.</b> Pirámide poblacional de Milagro según el censo poblacional del año 2010. Fuente: Elaboración propia con datos del INEC, 2010. ....  | 38 |
| <b>Figura 16.</b> Foto del río Milagro tomada en el año 1980, cortesía de Ricardo Rodríguez, Milagro centenario (comunicación personal). Las riberas del río en esta época muestran la carga contaminante acumulada en épocas de sequía, donde el nivel de agua es bajo. ....   | 40 |
| <b>Figura 17.</b> Las inundaciones motivan la limpieza y mantenimiento del río por parte de las autoridades locales. Fotografías del río Milagro en épocas de inundaciones. El nivel de agua alto provocaba el desprendimiento de árboles. Cortesía de Ricardo Rodríguez, Milagro centenario (comunicación personal). ....  | 40 |
| <b>Figura 18.</b> Implementación del programa de recuperación del río Milagro y sus riberas. El plan fue implementado en el 2015. La fotografía corresponde al sector de “Las Damas”, cortesía del GAD municipal (GAD Milagro, 2015). ....  | 41 |
| <b>Figura 19.</b> Acumulación de residuos en el sector “Las Damas”, dos años después de haber implementado el plan de recuperación del río. La dinámica de la contaminación es cíclica, por lo que se infiere que el problema radica en la educación de la ciudadanía. Cortesía de Arévalo (2017). ....   | 42 |
| <b>Figura 20.</b> Inauguración del programa municipal “Guardianes del río”, que consiste en grupos de trabajo para la limpieza de las riberas. Foto cortesía de Fernández (2020). Las rutinas de limpieza son frecuentes por la rápida acumulación de carga contaminante. ....  | 43 |
| <b>Figura 21.</b> (A) Nivel freático del río Milagro durante el primer recorrido de campo en diferentes puntos geográficos dentro del área urbana; la carga contaminante ha sido arrastrada o está siendo oculta por el nivel del agua. (B) Punto de deposición de residuos orgánicos e inorgánicos, se observan bolsas plásticas, recipientes de polietileno, y azulejos rotos, también se registra evidencia de que se instaló una fogata para incinerar los residuos. (C) Neumáticos regularmente usados en criaderos de ganado porcino que han sido arrastrados por la corriente hacia el casco urbano. (D) Otro vertedero de basura dentro del casco urbano, los desechos han sido previamente embalados para su deposición, lo que indica que la contaminación en este punto fue deliberada. .... | 45 |

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 22.</b> (A) Contenedor de basura desmantelado en donde los moradores continúan depositando sus desechos ante la inexistencia de otras medidas. (B) Altillo improvisado para depositar desechos, los moradores buscan evitar la dispersión de los desechos por los caninos de la zona, y que esta no sea arrastrada por la corriente cuando el nivel freático es alto. (C) Acumulación de basura en un contenedor de basura improvisado, los restos de un monumento con una cavidad interna son utilizados por los moradores como contenedor. (D) Un contenedor de basura de un morador que no ha sido vaciado en varios días..... | 46 |
| <b>Figura 23.</b> Localización geográfica de los puntos inspeccionados durante el primer recorrido. Aunque la marea estuvo alta, se pudo observar sitios en los que la acumulación de desechos es problemática.....   | 48 |
| <b>Figura 24.</b> Letreros de advertencia en zonas concurridas del casco urbano de Milagro. (A) Un letrero se encuentra al lado de un contenedor de basura improvisado, lo que sugiere que el mensaje no ha llegado a la ciudadanía por falta de educación ambiental. (B) Un letrero de advertencia especifica la multa que se deberá pagar por botar basura en las riberas del río.....  | 49 |
| <b>Figura 25.</b> Registro fotográfico del segundo muestreo, (A) con nivel freático bajo. (B) Otros focos de contaminación se evidenciaron. (C) Se registraron restos de materiales usados en la construcción y (D) los desechos arrastrados por la escorrentía. ....   | 50 |
| <b>Figura 26.</b> Ubicación geográfica de los puntos observados durante el segundo recorrido a lo largo del río Milagro.....  | 51 |
| <b>Figura 27.</b> Formas de eliminación de la basura por parte de los moradores de la ciudad de Milagro. ....   | 52 |
| <b>Figura 28.</b> Índice de contaminación de riberas a lo largo del río Milagro. Los puntos geográficos que se ubican en el paisaje fluvial urbano son los más afectados por la acumulación de carga contaminante de origen antropogénico. También afectado, el paisaje fluvial industrial aparece con menor carga contaminante que el paisaje fluvial urbano. Los paisajes fluviales agro-residencial y agrícola son los menos afectados por la carga contaminante en las riberas. ....  | 53 |
| <b>Figura 29.</b> Mapa de puntos calientes de contaminación de las riberas del río Milagro. Los sectores más contaminados corresponden a las sombras de color rojo oscuro, mientras que los menos contaminados, en función del índice ICR, corresponden a las sombras de color rojo tenue. El paisaje fluvial urbano es el que presenta más zonas de puntos calientes de contaminación y algunas localidades requieren atención urgente del gobierno municipal para garantizar el acceso efectivo a las riberas. ....   | 54 |
| <b>Figura 30.</b> Perfiles de edad de los encuestados. La mitad de ellos corresponde a personas de entre 26 a 45 años de edad.....  | 55 |
| <b>Figura 31.</b> Nivel de escolaridad de los encuestados, se presume que la mayoría de encuestados mostró interés en el tema, por lo que accedió a responder el cuestionario que fue promocionado en las redes sociales. ....  | 56 |
| <b>Figura 32.</b> Estado laboral de los encuestados, la mayoría de participantes se dedican a la docencia. ....   | 57 |
| <b>Figura 33.</b> Principales problemas asociados al río Milagro, según los encuestados....   | 58 |

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 34.</b> Percepción de contaminación en la época seca. ....  | 58 |
| <b>Figura 35.</b> Percepción de contaminación en la época lluviosa. ....  | 59 |
| <b>Figura 36.</b> Percepción de la gestión de residuos por parte de los participantes. ....   | 60 |
| <b>Figura 37.</b> Percepción de los moradores sobre el acceso de los peatones a contenedores de basura. ....  | 61 |
| <b>Figura 38.</b> Percepción de los moradores sobre de deposición de carga contaminante de origen antropogénico en las riberas del río Milagro. ....  | 62 |
| <b>Figura 39.</b> Causales de la acumulación de basura en las riberas del río Milagro identificadas por los encuestados. ....   | 63 |
| <b>Figura 40.</b> Identificación de los infractores por parte de los moradores de la zona de influencia del río Milagro. ....   | 63 |
| <b>Figura 41.</b> Percepción de los encuestados sobre la frecuencia de la deposición de desechos en las riberas del río Milagro. ....   | 64 |
| <b>Figura 42.</b> Percepción de los encuestados sobre el efecto de la acumulación de desechos en las riberas del río Milagro. ....  | 65 |
| <b>Figura 43.</b> Principales plagas identificadas por los encuestados que se proliferan a causa de la acumulación de desechos en las riberas de los ríos. ....   | 65 |
| <b>Figura 44.</b> Frecuencia del avistamiento de plagas asociadas a la acumulación de desechos en las riberas del río Milagro. ....   | 66 |
| <b>Figura 45.</b> Percepción de los encuestados sobre el cuidado y mantenimiento del río por parte de las autoridades locales. ....   | 66 |
| <b>Figura 46.</b> Tipos de medidas para el mantenimiento del río y sus riberas. ....  | 67 |
| <b>Figura 47.</b> Los encuestados sugieren que el río debe posicionarse como elemento principal del paisaje urbano de la ciudad y como tal debe incorporarse en los proyectos urbanísticos de la ciudad. .... | 68 |
| <b>Figura 48.</b> Medidas para el mejoramiento del paisaje fluvial urbano sugeridas por los encuestados. ....   | 69 |
| <b>Figura 49.</b> Causales que impiden el mejoramiento del paisaje fluvial, identificadas por los encuestados. ....   | 69 |
| <b>Figura 50.</b> Ejemplo de contenedores a disposición de transeúntes en el tramo de malecón del río Milagro. Los contenedores no son funcionales y los desperdicios se acumulan con frecuencia. ....        | 71 |

## **Glosario de Siglas y acrónimos**

**CEPAL**=Comisión Económica Para América Latina y el Caribe

**COVID-19**=Enfermedad Viral originada por un coronavirus de tipo 2 causante del  
síndrome respiratorio agudo severo

**DQO**=Demanda química de oxígeno

**EPN**= Escuela Politécnica Nacional

**GAD**= Gobierno autónomo descentralizado

**PUCE**=Pontificia Universidad Católica del Ecuador

**UNEMI**= Universidad Estatal de Milagro

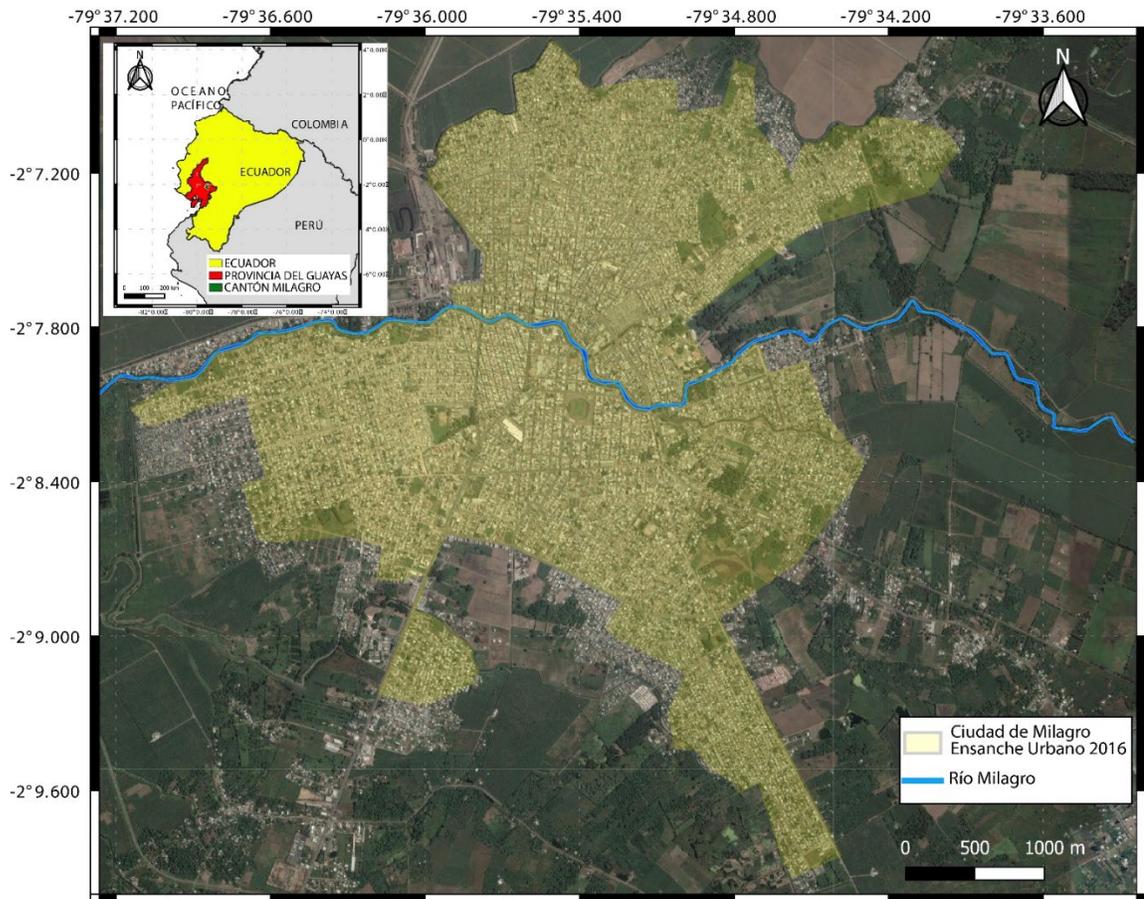
**ICR**= Índice de contaminación de riberas

# Capítulo I: Planteamiento del Problema

## 1.1. Introducción

El río “Milagro, en el área rural del cantón Milagro (Con una población aproximada de 133.500 habitantes y una extensión territorial de 405,64 km<sup>2</sup>), Guayas, Ecuador, tiene una longitud de 79 km., con 7 de estos atravesando la zona urbana (Figura 1) y cerca de 15 km. con influencia en la zona agrícola rural del cantón. El crecimiento urbano acelerado, los asentamientos no planificados, la expansión agrícola y el funcionamiento del Ingenio Valdez (Empresa ecuatoriana productora de azúcar) desde 1884 han acarreado problemáticas medioambientales sobre el principal afluente natural que atraviesa el casco urbano de la ciudad (Novotny, 1999; Fernández-Ronquillo, 2016). Estas problemáticas han derivado en riesgos para la salud pública y el bienestar general de los ciudadanos en las zonas de influencia (Escobar, 2002).

En el mundo, el acceso a agua potable de calidad y las instalaciones sanitarias eficientes son necesidades insatisfechas asociadas a la problemática de contaminación de los ríos urbanos (Langergraber, 2005). La situación en el Ecuador está en consonancia con la tendencia mundial, con una fracción mayoritaria de la población sin acceso a estos servicios básicos (Levy et al., 2012; García-Ávila et al., 2018). Estos requerimientos no dotados han causado la proliferación de enfermedades. Tal es el caso de 1991, cuando un brote de cólera causó en el Ecuador el deceso de casi 700 personas, y enfermó cerca de 50 mil más. El brote fue atribuido principalmente al consumo de agua contaminada que en Ecuador proviene de afluentes naturales, especialmente en las zonas rurales (Weber et al., 1994). Aquél representa uno de los múltiples casos de afección a la salud pública causados por contaminación de los ríos urbanos relacionados al mal manejo de aguas servidas, que perjudica principalmente a los sectores sociales más vulnerables de la sociedad (Weber et al., 1994).



**Figura 1.** El río Milagro atraviesa el casco urbano de la ciudad que lleva su nombre. Fuente: Elaboración propia empleando Google Maps.

Por otro lado, la zona agrícola ribereña del cantón Milagro se abastece de agua para riego en un 100% durante la época de sequía. Esto, junto con el auge de la tecnificación agrícola en los cultivos de caña de azúcar y banano que predominan en la zona, y un sistema de drenaje ineficiente y desorganizado, han ocasionado el retorno desmesurado de aguas agrícolas residuales al río, incrementando la salinidad del agua y la presencia de contaminantes agro-tóxicos en esta (Aguilar-Ibarra y Pérez-Espejo, 2008; Lasso-Velarde, 2018). Este tipo de contaminación ha provocado la pérdida de la diversidad biológica autóctona, y, en cambio, ha garantizado la abundancia de especies de gasterópodos invasivos que se pueden adaptar muy bien a cualquier ambiente, como es el caso de la especie

*Melanoides cf tubercula* (Villegas 2008), característica de ecosistemas contaminados.

A las fuentes contaminantes descritas, se suma la descarga de residuos sólidos urbanos a lo largo de las riberas del río, que además de perjudicar la belleza del paisaje, representa un foco de infecciones. En época de inundaciones se redistribuyen hacia las zonas residenciales. La conversión del río en un vertedero de basura ha cambiado significativamente la percepción de los moradores, pasando de ser un eje principal del desarrollo de la ciudad a un micro-nicho infeccioso (Fernández-Ronquillo, 2016).

En todo caso, los espacios asociados al río tienen potencial para convertirse en zonas de recreación y esparcimiento, por lo que su recuperación ha sido considerada en los planes de ordenamiento territorial de varias administraciones municipales del cantón (GAD Milagro 2013; 2015). Sin embargo, existe un problema de sostenibilidad y ejecución de los planes que radica en el diagnóstico pobre de la problemática (Fernández-Ronquillo, 2016). Uno de los factores que afectan a la implementación de medidas que aseguren la sostenibilidad de un plan de manejo integral es la identificación de las fuentes principales de contaminación, ya que éstos pueden ser generalizados y diversos (Wilson et al., 2005). En este sentido, es necesario realizar un inventario de las fuentes de la carga contaminante que soporta el río y sus características, así como sus efectos inmediatos sobre los moradores y el medio ambiente. La investigación científica sobre la contaminación de los ríos y sus riberas es necesaria para encontrar soluciones sostenibles que puedan ser tomadas en cuenta al momento de generar políticas públicas.

## **1.2. Justificación**

El río Milagro ha pasado de ser un paisaje central, con una limitada riqueza natural, eje de la cultura y parte de la identidad de la ciudad de Milagro desde sus orígenes en 1842, a ser un foco de contaminación, lo que ha conllevado a que la ciudadanía se enajene de este espacio común, reduciendo su diversidad

biológica y dando paso a la proliferación de plagas en ciertos puntos. El protagonismo perdido ha derivado en el desinterés de la ciudadanía por cuidar y preservar el río, convirtiéndolo en un vertedero de basura y foco infeccioso.

El Gobierno Autónomo del Cantón Milagro, durante las últimas tres administraciones, de cuatro años cada una, ha manifestado el interés de ejecutar un plan de recuperación integral del río Milagro y sus riberas. Los planes incluyen limpieza de riberas en grupos organizados, dragado con máquinas, y limpieza de la carga contaminante en el agua usando maquinaria pesada. Sin embargo, estas medidas no son sostenibles, puesto que la carga contaminante se acumula en los próximos meses después de la limpieza municipal. La insostenibilidad de las prácticas de recuperación sugiere que, la problemática del río Milagro y sus riberas, no ha sido diagnosticada profundamente.

En este sentido, este trabajo pretende realizar un análisis comparativo de la información bibliográfica disponible, recorridos de campo y percepción ciudadana, para conocer los puntos calientes, fuentes de carga contaminante y causas que propicien la acumulación de desechos en las riberas del río Milagro. Todo ello para poder trazar unas líneas de acción que puedan revertir la situación.

### **1.3. Antecedentes y estado de la cuestión**

#### ***1.3.1. La contaminación de aguas en los municipios de Ecuador***

Los ríos del Ecuador, en general, están altamente contaminados con aguas residuales y de desagüe que provienen tanto de los hogares aledaños al afluente, como de la actividad agropecuaria, industrial, y la minería. Un estudio de la Comisión económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), llevada a cabo en el año 2012, determinó que las actividades agropecuarias e industriales son las fuentes más importantes de contaminación a nivel nacional (CEPAL, 2012). Sin embargo, en ciertas provincias, la contaminación puede ser principalmente por la actividad minera con metales pesados como el aluminio, hierro y magnesio, y por la extracción de petróleo. Solo en la costa ecuatoriana, se ha determinado que el 65% de los afluentes están contaminados (Sorgato, 2017).

Los afluentes que atraviesan las urbes en Ecuador están principalmente contaminados por aguas residuales no tratadas. Se ha determinado que en los ríos del Ecuador se descargan alrededor de dos millones de litros de aguas residuales diarios (Sorgato, 2017). A pesar de que algunos desechos orgánicos pueden tener beneficios sobre la vida acuática en los ríos, varios de estos componentes pueden representar riesgos altos para la salud humana. Se une a la problemática el crecimiento desorganizado de las ciudades, que ha traído consigo la proliferación de asentamientos improvisados e ilegales en suelos agrícolas, en donde residen los grupos económicos más vulnerables. Dichos asentamientos, por ser considerados ilegales, carecen de servicios básicos, por lo que sus desechos sólidos terminan en depósitos de agua dulce sin tratamiento previo. Esta alteración de los afluentes principales se traduce en una contaminación por infiltración de los cuerpos de agua que son utilizados para uso doméstico, y agricultura. En esta línea, estudios realizados por la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE) entre 1992 y 1994 señalan que el agua potable en las ciudades de Ecuador, presentan alta contaminación por material fecal, lo que implica la presencia de coliformes patógenos para el ser humano (Da Ros, 1995).

Las fuentes de agua potable en Ecuador son variadas, sin embargo, la principal consiste en la captación directa de agua del afluente más cercano, su tratamiento y distribución a la población. En menor medida, algunas localidades se abastecen de agua potable proveniente de cuerpos de agua subterráneos. Sin embargo, todavía existe un 36% de la población de Milagro que no cuenta con este servicio, por lo que existe un riesgo inminente sobre la salud de un gran número de habitantes (Senplades, 2014).

Los riesgos de contaminación son alarmantes con respecto al tratamiento de desechos fecales de los hogares y otras aguas residuales. La ciudad de Milagro cuenta con un 14% de cobertura de alcantarillado, lo que ha significado que los habitantes improvisen mecanismos para la deposición de sus desechos orgánicos. La mayoría de hogares establecidos en las zonas aledañas al río han

instalado conductos con salida directa al río. Otro porcentaje de hogares tienen un sistema de fosa séptica improvisada que no incluye compartimentos para el tratamiento del desecho, sino más bien funcionan como tanques almacenadores fecales, que contaminan los cuerpos de agua por infiltración y colapsan en la época de inundaciones en la ciudad (Senplades, 2014). El impacto de este mecanismo generalizado en la calidad del agua subterránea es difícil de cuantificar, por lo que la magnitud del daño es desconocida (Da Ros, 1995).

Por otro lado, el ingenio azucarero Valdez, motor de la economía de la ciudad, es, en parte, responsable de los residuos de contaminación industrial encontrados en la subcuenca del río Babahoyo, en donde el río desemboca el río Milagro. Por su parte, los residuos de agro-tóxicos provienen de la actividad agrícola en la zona, que principalmente consisten en la producción de caña de azúcar, cacao y banano (Ecured, 2018).

### **1.3.2. Poblamiento en el río Milagro**

El río Milagro es el principal curso de agua del cantón Milagro, y atraviesa de este a oeste la principal ciudad que lleva el mismo nombre. Por su ubicación en el perímetro urbano, el río históricamente ha soportado cargas contaminantes de diversos orígenes, lo que ha contribuido a empobrecer la calidad de vida de los habitantes sirviendo de fuente de contaminación. El río Milagro pertenece a la subcuenca del río Babahoyo y tiene una longitud de aproximadamente 79 km (Cedegé, 1983). Un tramo de siete 7 km atraviesa la cabecera cantonal (Figura 1).

La problemática de la contaminación ha ido en aumento en relación a la expansión urbana. Registros fotográficos dan cuenta de la importancia del afluente en la dinámica comercial de la ciudad a inicios del siglo pasado. Además, éste servía como centro de esparcimiento para los habitantes (Figura 2). La ciudad Milagro ha crecido rápidamente desde 1842, cuando un pequeño caserío se asentó en la zona, hasta la actualidad, comprendiendo un área urbana de 34 km<sup>2</sup>

con aproximadamente 190.000 habitantes (Balarezo-Pinos y Rodríguez-Barcia 2008).



**Figura 2.** Registro fotográfico de la importancia del río Milagro en el comercio y esparcimiento de sus habitantes hasta mediados del siglo XX. A) Ciudadanos de Milagro transportando bananos al puerto principal más cercano. B y C) Las canoas como vías principales de transporte de los ciudadanos. D) El río como lugar turístico y de esparcimiento para sus ciudadanos.

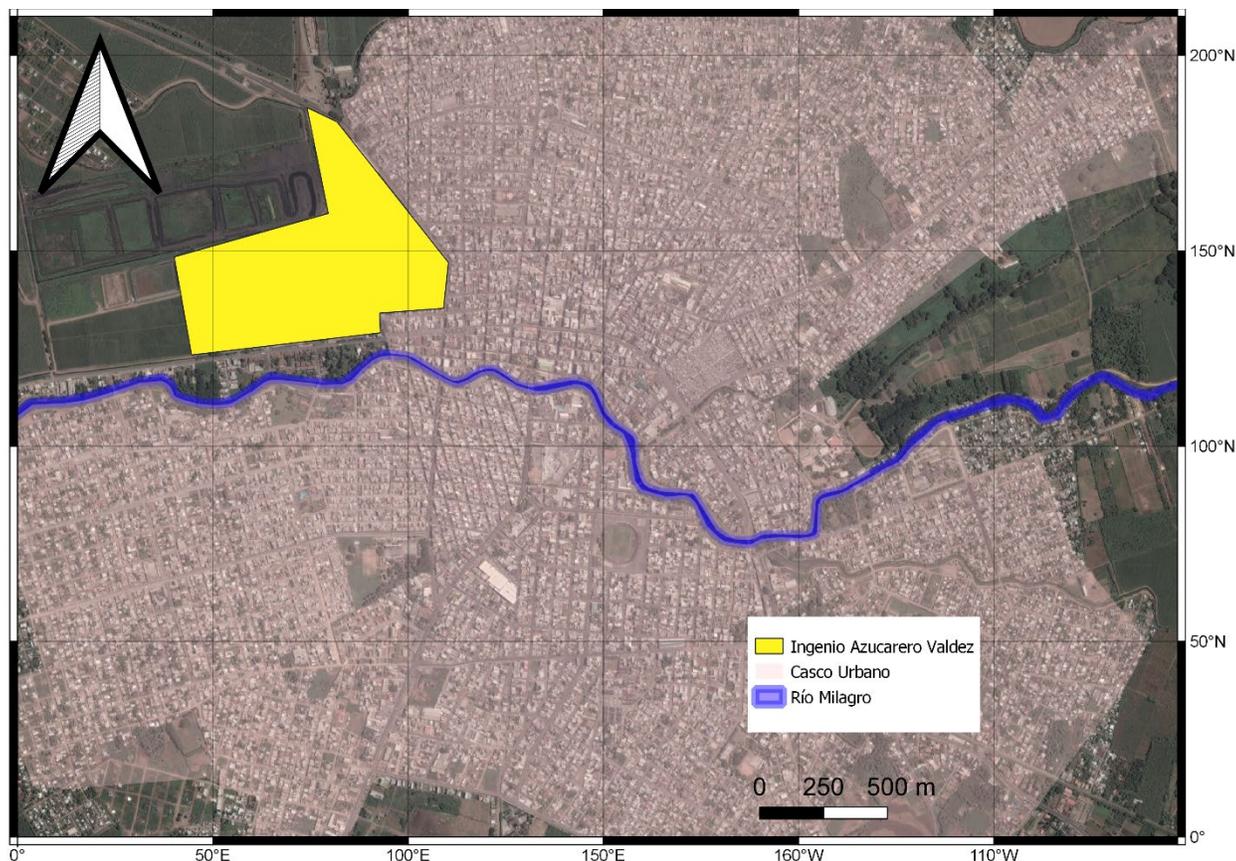
Con los asentamientos urbanos y la expansión agrícola en la zona, el río ha perdido protagonismo por lo que los ciudadanos del casco urbano lo han convertido en un vertedero de basura, afectando las riberas y el paisaje en general.

### **1.3.3. Estado de la contaminación del río**

En las zonas rurales, el río recibe cargas contaminantes provenientes de la actividad agrícola, que comprende casi un 94% de la superficie rural del cantón y está compuesta de cultivos de caña de azúcar, banano, cacao y viveros de plantas ornamentales (Ecured, 2018). Además, un estudio del GAD municipal de Milagro, ejecutado en el 2012, reveló que las aguas del río Milagro en la zona urbana, no cumplen los parámetros mínimos de calidad en cuanto a aceites y grasas, bario, cromo, oxígeno disuelto, y sulfuro de hidrógeno (Fernández-Ronquillo, 2016).

Un estudio de la Escuela Politécnica Nacional, llevado a cabo en el 2015, reveló que el estado de contaminación del río Milagro varía de aceptable a fuertemente contaminado, dependiendo de la zona de muestreo. En el área urbana, los valores DQO (Demanda Química de Oxígeno) llegaron hasta 47, lo que implica la alta presencia de aguas residuales no tratadas que contribuyen a la contaminación del agua (Morocho-López, 2016).

Por otro lado, la contaminación agroindustrial en las cercanías del ingenio Valdez de la ciudad es muy alta. Allí las aguas del río son consideradas como fuertemente contaminadas en base a un DQO de 977. Entre otros factores, se atribuyen los altos índices de contaminación a la presencia de vinaza en el agua del río, un producto intermedio en el procesamiento del azúcar que también se usa como fertilizante de los cultivos de caña de azúcar (Morocho-López, 2016).

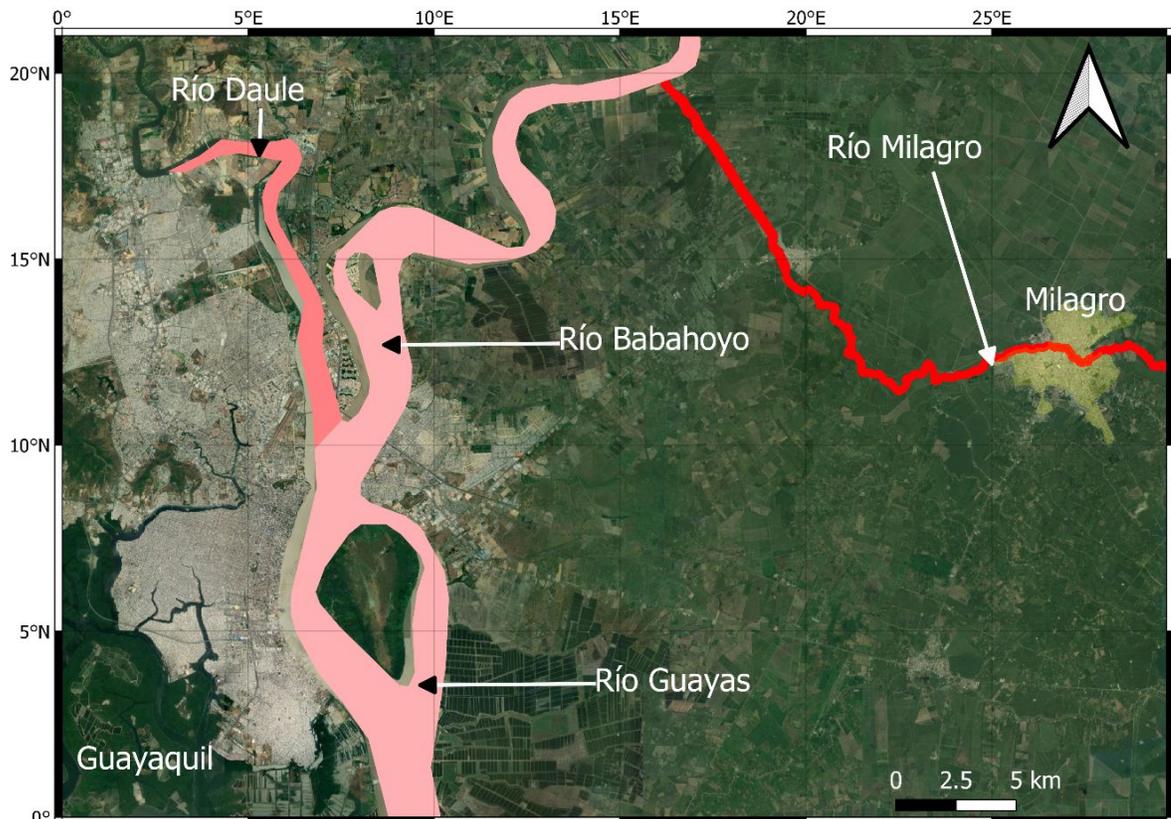


**Figura 3.** Ubicación del Ingenio Azucarero Valdez en el Cantón Milagro. Fuente: Elaboración propia empleando Google Maps.

En algunos sectores del casco urbano y zonas rurales, la calidad del agua se ubicó en niveles aceptables, de acuerdo a los valores DQO. Sin embargo, la situación se mejora cuando los niveles de agua crecen al comenzar la temporada de lluvias, la cual inicia en diciembre y se puede extender hasta mayo. Entonces los indicadores sugieren que la calidad del agua es buena en la zona urbana y rural, con excepción del área cercana al ingenio azucarero (Figura 3), en donde se mantiene fuertemente contaminada (Morocho-López, 2016).

Un estudio elaborado por la prefectura del Guayas, enfocado a determinar la calidad de las aguas de los principales ríos de la provincia, concluyó que el estado de contaminación del río Milagro es muy crítico. Esto en base al índice biótico BMWP (Biological Monitoring Working Party) que mide la abundancia y diversidad de especies biológicas de micro invertebrados como indicadores de la

calidad del agua. En este estudio que analizó las aguas de varios afluentes en la provincia del Guayas, el río Milagro presentó el mayor número de la especie invasora *Melanoides cf tuberculata* y una baja diversidad de micro invertebrados, por lo que se concluye que el río Milagro es de los peores preservados en toda la cuenca baja del río Guayas y el peor en la subcuenca del río Babahoyo (Cárdenas, 2013) (Figura 4).



**Figura 4.** Principales afluentes de la cuenca del río Guayas. El río Milagro forma parte de la subcuenca del río Babahoyo. De los principales afluentes, el río Milagro tiene los niveles más altos de contaminación (rojo), seguido por el río Daule (rosado) y el río Babahoyo (rosado claro) Fuente: Elaboración propia empleando Google Maps.

En conjunto, la problemática de contaminación del río Milagro es propia de las ciudades grandes que han experimentado un crecimiento rápido. Esto es, el manejo del agua se torna caótico puesto que la industria, negocios y hogares buscan la forma más barata/conveniente para la obtención y el desecho de este

recurso (UN Habitat, 2003). A su vez, cuanto mayor es el crecimiento, más difícil se torna el manejo de residuos, toda vez que se perjudica el paisaje, y con ello, la percepción que el ciudadano tiene respecto a este recurso natural.

#### **1.4. Hipótesis**

Aunque las autoridades del municipio crean planes o estrategias periódicas para limpiar el río y sus riberas, dichas medidas no se institucionalizan ni son sostenibles en el tiempo. La debilidad institucional se debe a que los intereses políticos de los gobiernos de turno cambian cíclicamente. A esto se une la ausencia de veeduría ciudadana organizada que garantice el cumplimiento de los objetivos comunes para beneficio de la población.

En la línea de la participación ciudadana como ente de control, la falta de concienciación ambiental de la población ha derivado en un desinterés por las causas ecológicas, que a su vez explica la ausencia de asociaciones civiles que realicen activismo a favor de las cuestiones ambientales en la ciudad de Milagro. La educación de la ciudadanía sobre la importancia del río como recurso natural y paisajístico puede ayudar a mejorar la situación de contaminación del río Milagro de forma sostenida en el tiempo.

#### **1.5. Objetivos:**

##### **1.5.1. Objetivos generales**

Para entender la dinámica de la afectación del paisaje en las riberas del río Milagro y las razones por las que los intentos municipales de recuperación de este espacio natural han fallado, se proponen objetivos organizados en dos fases. La primera, de **diagnóstico**, para conocer si la carga contaminante varía en función de estratos socioeconómicos; la segunda, de **planeación**, para proponer medidas que puedan menguar el problema de forma sostenida. En síntesis, este trabajo persigue:

- Diagnosticar las condiciones actuales de contaminación de las riberas del río Milagro a su paso por el cantón del mismo nombre.
- Proponer un plan de mitigación de la contaminación de fuentes antropogénicas en las riberas del río.

### **1.5.2. Objetivos específicos**

- Diagnosticar la situación actual de contaminación mediante recorrido de campo e inspecciones visuales a través de las cuales se realice una evaluación subjetiva del nivel de carga contaminante, que también se registra fotográficamente.
- Categorizar la zona de estudio en base a puntos calientes de contaminación.
- Documentar la carga contaminante mediante registros fotográficos georreferenciados para crear la concienciación de la ciudadanía.
- Analizar la percepción de la ciudadanía sobre el estado de contaminación de las riberas del río y su impacto en la calidad de vida de las personas.
- Determinar los factores contribuyentes a la problemática de la contaminación mediante la percepción de la ciudadanía.

## Capítulo II: Marco teórico-conceptual

El rápido crecimiento de la ciudad de Milagro, consolidada a lo largo de las orillas del río del mismo nombre, ha traído consigo una crisis en el manejo de este recurso debido a la dificultad para alcanzar un equilibrio entre el crecimiento económico y la salubridad de las aguas. Este equilibrio se ha logrado con éxito con la aplicación de dos tipos de medidas: estructurales e institucionales.

Las medidas estructurales son las preferidas por los gobiernos de turno por su visibilidad y consisten en la colección de datos, construcción de infraestructuras y mantenimiento. Las medidas institucionales pueden resultar menos tangibles al ciudadano, pero no son menos importantes; éstas tienen que ver con el establecimiento de políticas referentes a la conservación del recurso hídrico. Es la interrelación entre las medidas de intervención estructurales e institucionales que permiten la sostenibilidad de los programas de conservación en el tiempo. Según la Asociación Mundial para el Agua y la Red Internacional para Organismos de Cuenca, existen algunos ejemplos de implementación exitosa de medidas de intervención institucionales en varios países de África, Brasil y China (GWP y INBO, 2009). En el Ecuador, la gestión de recursos hídricos se ha basado en la colección de datos que ha permitido la clasificación de afluentes en base a su grado de contaminación. Estos esfuerzos han sido liderados por la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA). Sin embargo, un claro ejemplo de gestión coordinada ha sido implementada en la cuenca del río Guayabamba en el municipio de Quito (FONAG, 2009).

El caso de Milagro es similar al de la mayoría de afluentes de la cuenca del río Guayas, en donde las medidas de mitigación han sido de tipo estructural. De este modo, predomina la colección de datos sobre la carga contaminante y son habituales las jornadas de mantenimiento/limpiezas periódicas.

A continuación, se hace una revisión literaria de los principales temas referentes a la problemática de contaminación del río Milagro que permitirán comprender sus orígenes y las causas por las que las medidas estructurales implementadas hasta la fecha han sido fallidas.

## **2.1. Contaminación ambiental**

Se entiende como contaminación la presencia de elementos físicos, químicos o biológicos en ecosistemas en cantidades tales que afecten perjudicialmente los procesos ambientales en dichos sistemas. Es decir, existen elementos que pueden ser considerados contaminantes en caso de que sus niveles excedan los límites naturales de ocurrencia (Muralikrishna y Manickam, 2017).

La contaminación ambiental surge cuando los ecosistemas están incapacitados de procesar la carga contaminante derivando en un daño propio y en perjuicio para los seres humanos. Es, de hecho, el fenómeno que más afecta la biodiversidad, y la salud del suelo y aguas (Jan et al., 2016).

Aunque la contaminación nació junto con las primeras formas de vida en el mundo, ésta se ha incrementado abismalmente después de la revolución industrial en el siglo XIX. Sin embargo, otros factores han contribuido al estado actual de contaminación ambiental en el mundo, como son el rápido crecimiento poblacional, el desarrollo tecnológico, y el crecimiento urbano de las ciudades que han conllevado a la utilización de los recursos naturales a sus límites máximos (Muralikrishna y Manickam, 2017).

De manera general, existen tres tipos de contaminación, del aire, del agua y de los suelos. La contaminación del aire es la más alarmante en la actualidad debido a los incrementos desmesurados de monóxido de carbono, dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno, entre otros. La contaminación edáfica o de los suelos se da principalmente por la deposición de residuos domésticos, y de la actividad agrícola e industrial. Finalmente, la contaminación del agua, se da por el depósito de residuos orgánicos (ejemplo: pesticidas) e inorgánicos (metales pesados) en los afluentes de agua (CEPAL, 2012; Muralikrishna y Manickam, 2017; Sorgato, 2017).

### **2.1.1. Contaminación hídrica**

Se refiere a las contaminaciones por residuos domésticos, pesticidas, desechos del procesamiento de comida, residuos de la ganadería, metales pesados y cualquier otro tipo de residuo químico que sea depositado en el agua de un afluyente directamente o que alcance las aguas subterráneas por infiltración. La contaminación del agua potable ha ocasionado la dispersión de enfermedades como la tifoidea, amebiasis, giardiasis, ascariosis, infecciones por anquilostomas, entre otros (Weber et al., 1994; CEPAL, 2012). En el caso del agua de ríos utilizada para el aseo personal, se ha reportado la transmisión de erupciones cutáneas, dolores de oídos, conjuntivitis, diarrea, vómito y otros problemas estomacales. Por cuanto respecta a la contaminación química con elementos orgánicos persistentes o pesados, los riesgos para la salud pública son más altos, ya que se puede experimentar diferentes tipos de cáncer y problemas hormonales que pueden afectar el sistema reproductivo, el sistema nervioso, etc. En casos extremos de contaminación con mercurio, se puede producir la muerte (Counter et al., 2002; Muralikrishna y Manickam, 2017).

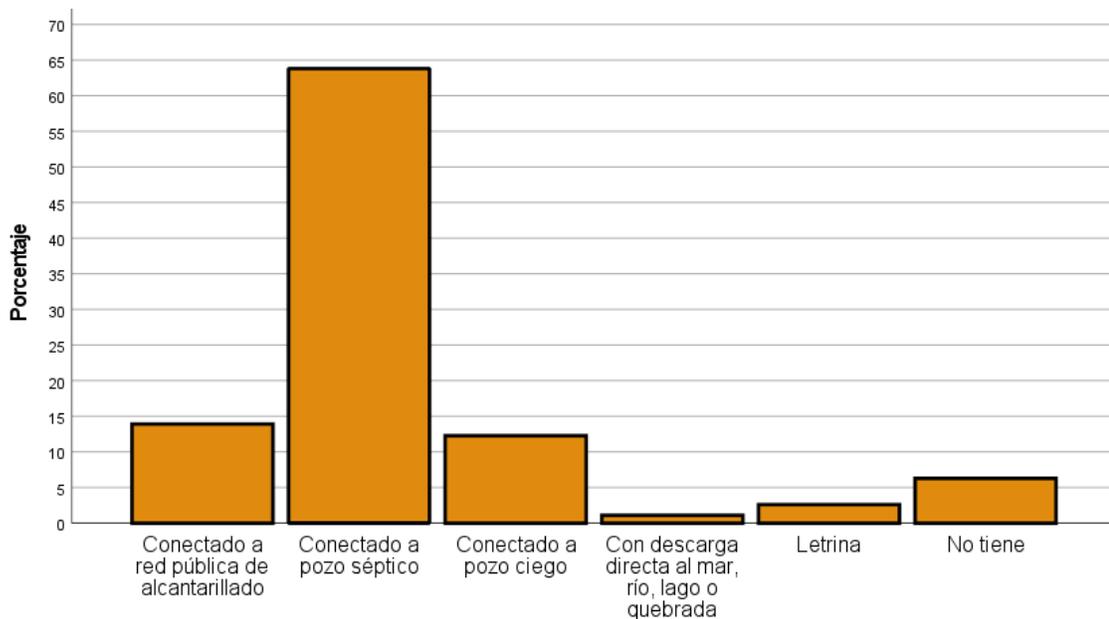
Por otro lado, las contaminaciones con fertilizantes pueden alterar a los ecosistemas acuáticos mediante la proliferación de especies de algas tóxicas, y la pérdida de la diversidad de peces, anfibios y varias especies de invertebrados. Los contaminantes químicos, por su parte, pueden ser absorbidos por plantas acuáticas y terrestres, causando intoxicaciones en los animales que las consumen (Carling et al., 2013; Muralikrishna y Manickam, 2017).

### **2.1.2. Causas de contaminación hídrica**

*Agroindustrial:* La actividad agropecuaria es en gran parte responsable de la contaminación del agua y suelos. La principal fuente contaminante son los pesticidas, cuyo uso ha presentado un incremento sostenido en el tiempo. En Milagro, la actividad agropecuaria ocupa un 94% del territorio cantonal. Por otra parte, la industria también es responsable de la contaminación del agua, en especial después de la revolución industrial. Ocurre en el caso de estudio, en

donde el ingenio azucarero Valdez es el responsable de contaminar las aguas del río Milagro con fertilizantes orgánicos no sintéticos (Muralikrishna y Manickam, 2017).

*Residuos de hogares:* Por un lado, la expansión urbana y el crecimiento desordenado ha provocado la contaminación y pérdida de ríos a nivel mundial. Cuando el crecimiento es desordenado, los hogares carecen de sistemas de alcantarillado, provocando que sus desechos sólidos sean depositados directamente al río más cercano. Este es el caso de la ciudad de Milagro, en donde la cobertura de alcantarillado es tan solo del 14% (Senplades, 2014). Las soluciones al problema de saneamiento son variadas, aunque en su mayoría consisten de pozos sépticos y ciegos, con un 76% de los hogares, y en menor proporción, instalaciones dirigidas hacia laderas o ríos. Además, existe un 6% de hogares que no tienen instalaciones sanitarias propias (Figura 5).



**Figura 5.** Tipo de eliminación de desechos en la ciudad de Milagro. Fuente: Elaboración propia con datos del censo nacional de vivienda 2010 del INEC.

### **2.1.3. Consecuencias de la contaminación de las riberas de los ríos**

Además de las distintas formas de contaminación expuesta en los apartados anteriores, la contaminación de las riberas de los ríos tiene una importancia fundamental en la conservación de los ecosistemas acuáticos y marinos. Por ejemplo, los perjuicios de la contaminación de los mares a causa de residuos plástico se han estudiado ampliamente y ha provocado la consternación de las personas (Thompson et. al., 2009; Kühn et. al., 2015). A pesar de que la contaminación con residuos plásticos tiene fuentes variadas, estudios recientes han estimado que alrededor de 2.8 millones de toneladas de plástico proviene de la contaminación de las riberas de los ríos (Schmidt et. al., 2017; Rech et. al., 2014). Aunque el 70% de la contaminación con plástico tiene fuentes en asiáticas y africanas, una fuente importante puede originarse en los países subdesarrollados de las Américas (Kießling et. al., 2018).

### **2.1.4. Fuentes de contaminación fluvial**

Las plantas de tratamiento de aguas pueden acarrear micro plásticos (ejemplo: fibras de tejido de ropas) que se acumulan en las riberas (Moore et. al., 2011; Mani et. al., 2015). Además, se ha determinado que, en varios casos, la basura de las riberas proviene de la actividad recreacional llevada a cabo en las zonas cercanas, o en el caso de zonas urbanas con alta actividad comercial (McCormick y Hoellin, 2016). En varios casos, la deposición de basura en las riberas es intencional, y en otros, obedece a la falta de infraestructura para la recolección de basura (Di y Wang, 2017).

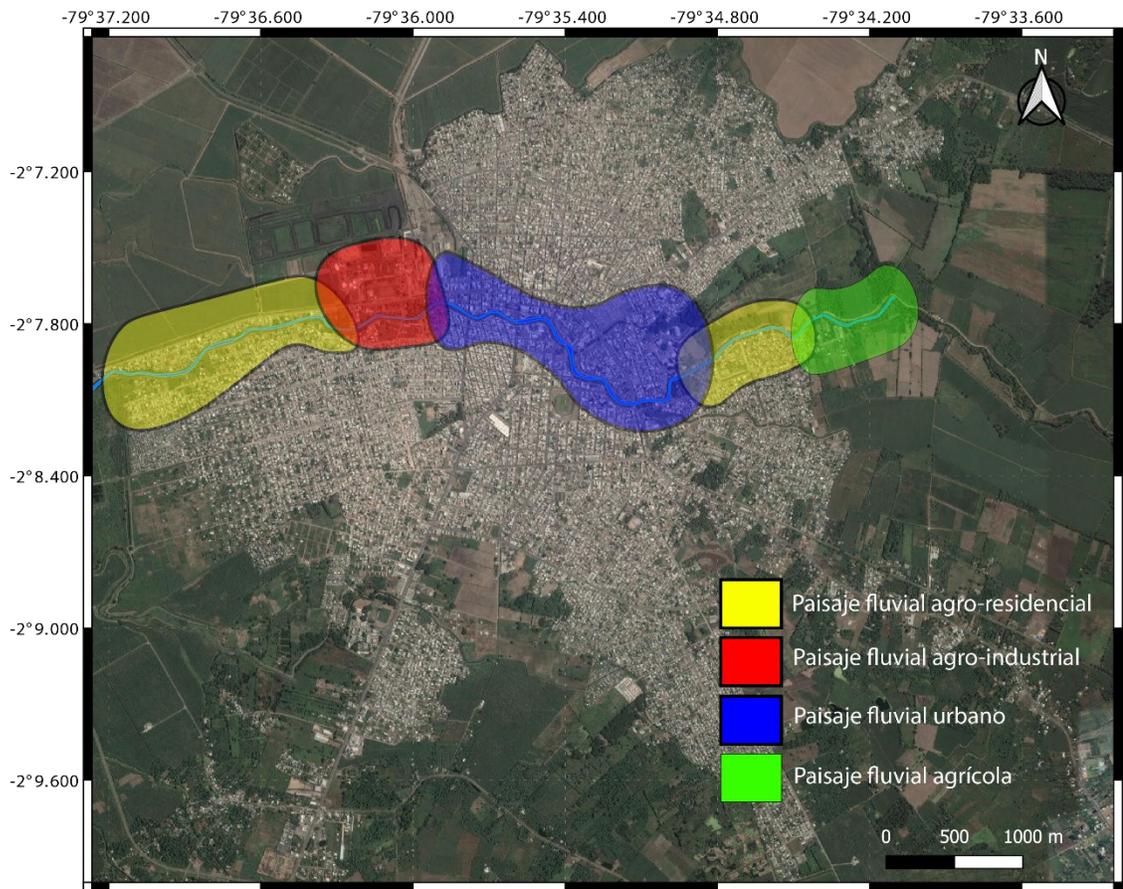
La basura depositada en las riberas puede representar la principal fuente de plástico en los mares ya que las precipitaciones, niveles altos de agua y vientos fuertes pueden arrastrar los residuos de las riberas (Moore et. al., 2011). La densidad de desechos en las márgenes varía en el año, por lo que, en un programa de manejo de riberas, se debe estudiar la dinámica de la contaminación.

## **2.2. Conceptos clave**

### **2.2.1. Paisaje fluvial**

Se refiere a la interrelación armoniosa de todos los componentes del territorio y la valoración subjetiva del ciudadano en relación a su estado de conservación actual (Convención Europea del Paisaje, 2000). El paisaje fluvial por su parte, incorpora el elemento agua como el componente central del territorio tales como, estanques, humedales, lagos, lagunas, mares, ríos, etc. Además, se contemplan los elementos materiales asociados a estos cuerpos de agua, como diques, puentes, molinos, y otros. Existe evidencia de que los paisajes fluviales son los de mayor valor ecológico, y socioeconómico. Así, los paisajes fluviales cuentan con una gran aceptación social, afectando directamente la calidad de vida de las personas. Esto es, un paisaje fluvial degradado da cuenta de la mala relación socio-cultural, mientras que un paisaje de calidad alta, genera emociones satisfactorias (Ribas-Palom, 2010).

El estudio del paisaje del agua o fluvial, busca entender y aplicar los mecanismos para alcanzar una integración idónea sociocultural que permita mejorar la calidad de vida de las personas y la conservación de estos territorios. Su estudio es común en ecosistemas ribereños, como el caso de Buenos Aires en Argentina con el río de la Plata (Rotger, 2017) o el de Granada en Francia con el río Gerona (Chauvet y Decamps 1989). Para la adecuada gestión de este recurso, conviene adoptar la clasificación del paisaje fluvial adoptada por Rotger (2017), basada en valores naturales, escénicos y estéticos, también llamados subámbitos del paisaje fluvial que pueden ser: agrícola, urbano y costero. Para este estudio, se consideró conveniente adoptar una clasificación adicional, la agroindustrial, cuyo paisaje puede precisar mecanismos de gestión diferentes a los otros subámbitos. Así, de los ~7 km del río Milagro, que son objeto de este estudio, alrededor del 48% corresponden a un paisaje fluvial agro-urbano, el 37% es fluvial urbano, 10% es fluvial agro-industrial y un 5% es fluvial agrícola (Figura 6).



**Figura 6.** Clasificación del paisaje fluvial del río Milagro. Fuente elaboración propia con base en los lineamientos de Rotger, 2017.

### **2.2.2. Indicadores biológicos**

Son especies de organismos cuya dinámica poblacional está ligada al estado de conservación de las aguas. En un estudio de la calidad de aguas, es común utilizar la abundancia y diversidad de especies de animales como indicadores, Un ejemplo de ello, es la especie invasora de molusco *Melanoides cf tuberculata*, que coloniza aguas altamente contaminadas (Gutiérrez-Gregoric et al. 2010), mientras que especies de bentos y peces son altamente susceptibles a la contaminación, por lo que habitan únicamente aguas limpias. El grado de contaminación por indicadores biológicos, está dado por el índice BMWP, desarrollado en el Reino Unido en 1978, brevemente, este índice asigna un puntaje del 1 al 10 para ordenar a la especies de animales por su susceptibilidad

a las aguas contaminadas, en donde 1 corresponde a las especies altamente resistentes a la contaminación, y 10 se asigna a las especies que son altamente susceptibles (Armitage et al., 1983). En los ríos de las costas ecuatoriana, se han reportado especies de las familias Anomalopsychidae, Atriplectididae, Blephariceridae, Calamoceratidae, Chordodidae, Gomphidae, Hydridae, Lampyridae, Lymnessiidae, Oligoneuridae, Odontoceridae, Perlidae, Ptilodactylidae, Polythoridae, Psephenidae, cuya presencia indica buena salubridad de las aguas (Garcés et al., 2017). Por el contrario, la presencia de anélidos de la familia Tubicidae indican una calidad del agua muy pobre (Hawkes, 1998).

### **2.2.3. Carga contaminante**

También se conoce como carga másica, se refiere a la masa de contaminantes que es vertida o depositada en un determinado periodo de tiempo, ya sea desde una corriente residual, o por otra fuente antropogénica (IDEAM, 2009).

Generalmente, la carga contaminante tiene una **fuentes puntual**. Se trata del origen geográfico preciso de donde proviene la carga contaminante. Ésta puede ser de origen doméstico, agrícola o industrial. En Milagro, se ha identificado que la contaminación proviene de estos tres orígenes (IDEAM, 2009). Debido a que las descargas de desechos sólidos de los hogares se depositan directamente en el río Milagro, se han detectado coliformes en sus aguas. Sin embargo, los niveles de coliformes encontrados en aguas arriba y abajo no sobrepasan los máximos permitidos por estándares internacionales (Fernández-Ronquillo, 2016). Por otra parte, un estudio de la Universidad Estatal de Milagro, determinó que los niveles de aceites y grasas, bario, cromo total, oxígeno disuelto, y sulfuro de hidrógeno exceden los niveles máximos permitidos (Fernández-Ronquillo, 2016). Estos compuestos pueden también estar asociados a las descargas de aguas residuales sin tratar, aunque los aceites y grasas también pueden resultar de desechos de la industria azucarera en el sector (Basanta et al. 2007).

#### **2.2.4. Gestión de recursos hídricos**

La gestión de recursos hídricos hace mención a la administración del agua en los distintos niveles de jurisdicción pública. Así, se refiere al conjunto de medidas preventivas o mitigadoras que busquen el adecuado aprovechamiento de los recursos hídricos, pero también la prevención de su contaminación y remediación. En Ecuador, de acuerdo al marco constitucional del 2008, la gestión de los recursos hídricos a nivel nacional está a cargo de la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA). Además, los gobiernos locales y regionales juegan un rol fundamental en el mantenimiento de los ríos y otros cuerpos de agua. Así, el dragado y limpieza de ríos para evitar inundaciones está a cargo de los gobiernos provinciales, en este caso, el gobierno del Guayas. Mientras que el acceso efectivo de la población a las riberas de los ríos, lagos, lagunas u otros cuerpos de agua, debe ser garantizado por los gobiernos municipales, en este caso el municipio de Milagro (CNC, 2016). El incumplimiento por parte del gobierno provincial, a menudo es causal de conflicto entre esta entidad pública y el gobierno municipal (El Universo, 2020).

Entre las medidas correctoras, destacan las **intervenciones estructurales**. Son las acciones más visibles que refieren al proceso de gestión. Pueden ser obras que busquen la obtención de datos, la limpieza de ríos, construcción de canales, etc. Estas medidas son las más comunes puesto que tienen una percepción positiva en inmediata por parte de la ciudadanía. Sin embargo, su efecto puede ser perjudicial desde el punto de vista ecológico puesto que afectan a los lechos fluviales por la dramática alteración de los nichos que a su vez tienen impactos perjudiciales sobre la flora y fauna autóctona (CIREF, 2010). Por otra parte, este tipo de soluciones no son sostenibles en el tiempo, por lo que la percepción de salubridad es temporal.

De otra parte, las llamadas **intervenciones institucionales**, reúnen medidas que en principio pueden resultar intangibles. Se refieren al marco legal o a las políticas que garanticen el aprovechamiento adecuado del agua, así como

también a aquellas que busquen prevenir su contaminación o garantizar la sostenibilidad de medidas mitigadoras de la contaminación en el tiempo.

### **2.2.5. Participación ciudadana**

Es la intervención activa de la comunidad en la toma de decisiones. La participación ciudadana actúa como ente veedor en el planteamiento y ejecución de obras que beneficien a la comunidad. Con este mecanismo, las administraciones públicas buscan incorporar las percepciones de la ciudadanía en el proceso de toma de decisiones, siempre que esta sea efectiva, autónoma, transparente y progresiva. Sin embargo, en la región latinoamericana, persisten problemas socio-económicos y culturales que hacen que la participación sea discriminatoria y desigual (Moncayo-Vives, 2020). En el Ecuador, la participación tiene orígenes particulares y de organizaciones sociales con intereses específicos, por ejemplo, aquellas que velen por los derechos de los animales o la naturaleza en general (Panchi, 2009). No existen organizaciones de este tipo en Milagro, más bien, se conoce de grupos de trabajo auspiciados por el municipio como los “guardianes del río”. Por lo que las decisiones son impuestas a los ciudadanos.

Para garantizar el éxito de los procesos de participación ciudadana en esta materia, es indiscutible que la **educación ambiental** debe constituirse como un pilar básico para la sociedad. La entendemos como el proceso educativo mediante el cual se persigue la concienciación y conocimiento de la ciudadanía respecto a temáticas y temas ambientales de relevancia en un área geográfica. Esto, con el fin último de alcanzar un cambio de conducta y fomentar el respeto sobre los bienes ambientales por parte de la ciudadanía (EPA, 2020).

## **Capítulo III: Metodología**

El presente es un estudio de corte transversal. Es decir, refleja la situación de la cuestión en un solo punto en el tiempo. Sin embargo, existe un componente de revisión de literatura que proporciona una reseña casi histórica de la problemática. En principio, el estudio planteó la medición de variables cuantitativas como la carga contaminante en diversos puntos geográficos equidistantes en el río Milagro. Sin embargo, debido a la emergencia sanitaria por motivo de la pandemia viral del COVID-19, y a la correspondiente limitación de la movilidad, estas mediciones de campo fueron suspendidas y se reemplazaron por recorridos de campo rápidos y por un registro fotográfico del estado de contaminación de las riberas. Para apoyar la fase de diagnóstico de la cuestión, se realizaron encuestas digitales a moradores del sector de influencia del río Milagro. Las preguntas del Anexo 1 fueron en su mayoría de opción múltiple, aunque se diseñaron preguntas en las que el participante pudiese aportar su valoración subjetiva con respecto al paisaje. En principio estas encuestas se planearon como entrevistas personales a moradores de las riberas fluviales. Nuevamente, la problemática sanitaria del COVID-19 obligó a que las encuestas fueran recolectadas mediante una plataforma informática.

### **3.1. Revisión bibliográfica y de otros fondos**

Esta etapa consistió en la revisión de repositorios de universidades y centros de investigación del Ecuador, en la búsqueda de documentos científicos sobre la contaminación de ríos urbanos del Ecuador y en específico del río Milagro. Algunos ejemplos de los documentos analizados son tesis de pregrado y postgrado, planes de ordenamiento territorial y artículos científicos. Otra fuente de información para este trabajo son los registros fotográficos y reportes de prensa que proveyeron evidencia histórica de la dinámica de contaminación, así como también de los procesos de limpieza que se han llevado a cabo en la zona urbana de la ciudad de Milagro.

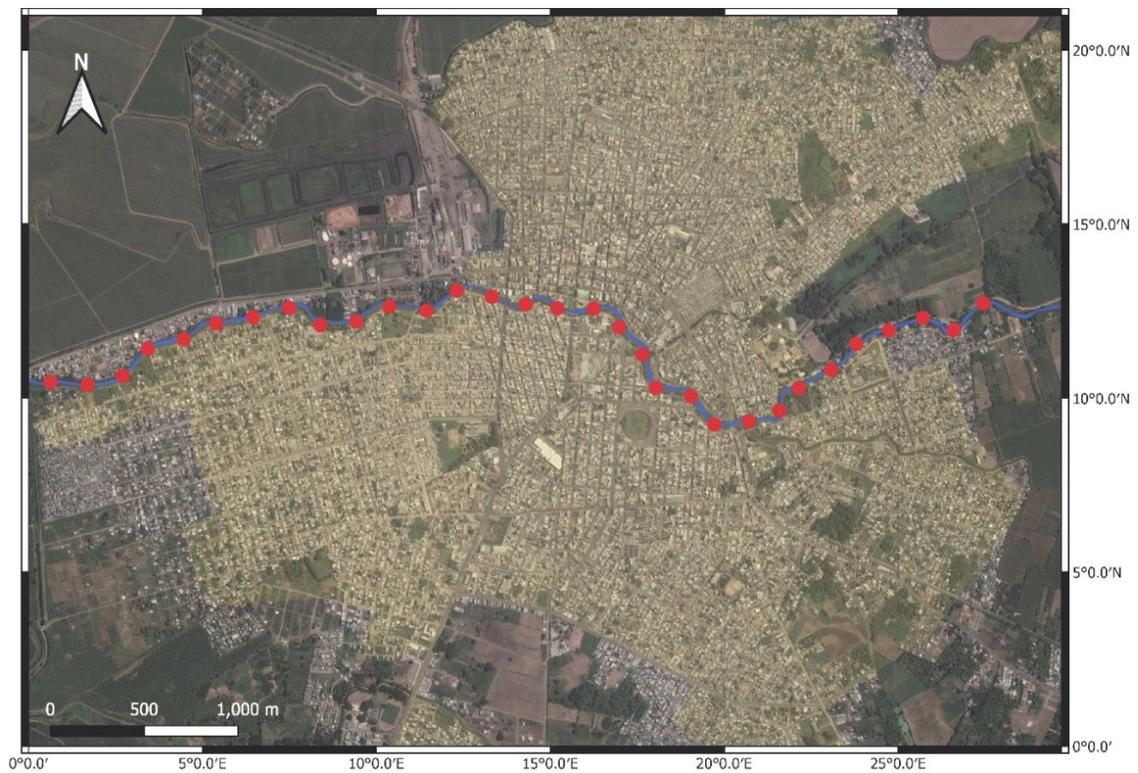
**Tabla 1.** Tipo de documentación utilizada como fuente de información bibliográfica para este estudio y organismos de procedencia.

| <b>Tipología</b> | <b>Tema</b>   | <b>Origen</b>   |
|------------------|---|---|
| Digital          | PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL (2013)  | Página web del Municipio de Milagro                     |
| Digital          | ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL CANTÓN SAN FRANCISCO DE MILAGRO (2015)  | Página web Municipio de Milagro                         |
| Digital          | Percepción de la población sobre los niveles de contaminación ambiental del Río Milagro y grado de conocimiento preventivo social sobre el efecto de su carga contaminante (2016) | Repositorio de la Universidad UNEMI de Milagro          |
| Digital          | Variaciones de las concentraciones de especies inorgánicas del sistema hidrográfico del río Milagro, en el cantón Milagro, en función de la pluviosidad (2016)                    | Repositorio de la Escuela Superior Politécnica Nacional |
| Digital          | Diseño de un sistema de alerta temprana para la prevención de la población frente a inundaciones en el cantón Milagro (2018)  | Repositorio de la Universidad PUCE                      |
| Digital          | Análisis de la contaminación ambiental y sus repercusiones en la ciudad de Milagro (2018)   | Revista Caribeña de Ciencias Sociales                   |
| Digital          | Cantón Milagro (Ecuador) (2018).  | Página web de ECURED                                    |
| Entrevista       | Ricardo Rodríguez, Antigo Bibliotecario del GAD de Milagro (2020)   | Comunicación personal                                   |

### **3.2. Trabajo de campo**

Para este estudio se realizaron dos inspecciones de campo que consistieron en recorridos visuales y un registro fotográfico de las condiciones de contaminación del río en la ciudad. Los recorridos se realizaron a lo largo del curso. Las inspecciones fueron de tipo transversal, es decir, reflejan las

condiciones de contaminación del río únicamente en la época lluviosa, que en Milagro inicia en diciembre y puede durar hasta mayo. Usualmente en la época lluviosa es donde la contaminación es menos visible. Esto debido a que la crecida del río y la misma fuerza del caudal arrastran la basura que suele estar depositada en las riberas. La estrategia de muestreo consistió en inspeccionar las condiciones de contaminación inmediatamente después de un día lluvioso (12 de marzo del 2020), donde el nivel del agua fue alto, y tres días después de no haberse registrado precipitaciones (15 de marzo del 2020), donde el nivel de agua había bajado un poco. Esto con la finalidad de obtener una idea más clara del estado de contaminación de las riberas. Para este trabajo, se tomaron en cuenta solo las coordenadas geográficas y fotografías de aquellos sitios de relevancia en donde se podía evidenciar el estado de contaminación y el nivel de agua.



**Figura 7.** Puntos geográficos equidistantes de inspección visual. En cada punto se realizó una valoración subjetiva del paisaje y se registró el estado de contaminación mediante fotografías. Fuente: Elaboración propia empleando imagen satelital de Google Maps 2015.

La planificación de la inspección se realizó utilizando herramientas cartográficas disponibles. Las coordenadas geográficas de los puntos de muestreo, la división política de Milagro y el ensanche urbano fueron graficados con el programa QGIS v 3.4.15 (QGIS Development Team, 2020). Los mapas de la división política del Ecuador fueron obtenidos del portal DIVA-GIS (<https://www.diva-gis.org/gdata>) (Hijmans et al., 2004). Los mapas de la zona urbana, y río Milagro se descargaron del GeoPortal del Instituto Geográfico Militar del Ecuador (<http://www.geoportaligm.gob.ec/portal/>). La imagen satelital de la ciudad fue importada a QGIS, creando una nueva “XYZ tile” utilizando el siguiente vínculo electrónico: <http://mt0.google.com/vt/lyrs=s&hl=en&x={x}&y={y}&z={z}> (Figura 7).

### **3.2.1. Índice de contaminación de riberas (ICR)**

La adecuada planificación para la gestión de desechos diferenciada en Milagro requiere de un indicador cuantitativo que identifique los puntos calientes de contaminación, en donde el municipio debe redoblar sus esfuerzos para el manejo de desechos. En este sentido, se propone en este trabajo el índice de contaminación de riberas que consiste de una escala cuantitativa del 0 al 10 asignada a cada punto de muestreo en base a la presencia de desechos sólidos o elementos contaminantes. A un punto de muestreo se le asignó un valor de 0 en la escala ICR cuando en el sitio no exista algún elemento contaminante degradable o no. Un valor de 1 correspondió a la presencia de 1 a 10 elementos contaminantes (e.g.: 5 fundas plásticas, 3 vasos desechables) (Figura 8A). mientras que 10 le fue asignado a los puntos de muestro con elementos contaminantes de más de 91 (Tabla 2).

**Tabla 2.** Índice de contaminación de riberas (ICR) y criterios para su aplicación

| Valor del índice ICR | Criterio para designación: Número de elementos contaminantes. |
|----------------------|---|
| 0                    | 0   |
| 1                    | 1-10  |
| 2                    | 11-20   |
| 3                    | 21-30   |
| 4                    | 31-40   |
| 5                    | 41-50   |
| 6                    | 51-60   |
| 7                    | 61-70   |
| 8                    | 71-80   |
| 9                    | 81-90   |
| 10                   | >91   |

### **3.3. Medición de la percepción de contaminación de fuentes antropogénicas**

Para conocer de primera la percepción de la ciudadanía sobre el estado de la contaminación de las riberas del río Milagro, se pensaba en realizar un estudio de corte transversal mediante encuestas participativas a personas que vivían en las riberas. Pero dada las restricciones de movilización, y el toque de queda implementado por el gobierno central para limitar la circulación de personas y disminuir el contagio con COVID-19, las encuestas fueron aplicadas de forma virtual, empleando la plataforma “Google forms”. La encuesta (Anexo 1) tuvo el objetivo de recolectar información demográfica que diera cuenta del conocimiento de las personas sobre el manejo de desechos. Además, se buscó conocer de fuente primaria, cuáles son los principales factores que influyen en el problema y recopilar ideas sobre posibles soluciones. La encuesta que se utilizó corresponde al anexo 1.

La encuesta aplicada fue de tipo analítica y consistió de 20 preguntas entre optativas y subjetivas -abiertas-, en la que el interrogado tuvo la opción de expresar su sentir respecto a la problemática tratada. El muestreo se planificó en base a un universo de 5000 habitantes, que son los pobladores de las zonas aledañas al río. Se excluyó de este estudio a moradores que residían en el área por menos de 1 año y a propietarios de negocios por presentar potenciales conflictos de interés.

El tamaño de la muestra (i.e.: número de encuestas a implementar), se calculó mediante la ecuación de Cochran (1963) modificada para una población objetivo de carácter finito. La fórmula usada para el cálculo de la muestra se expresa como sigue:

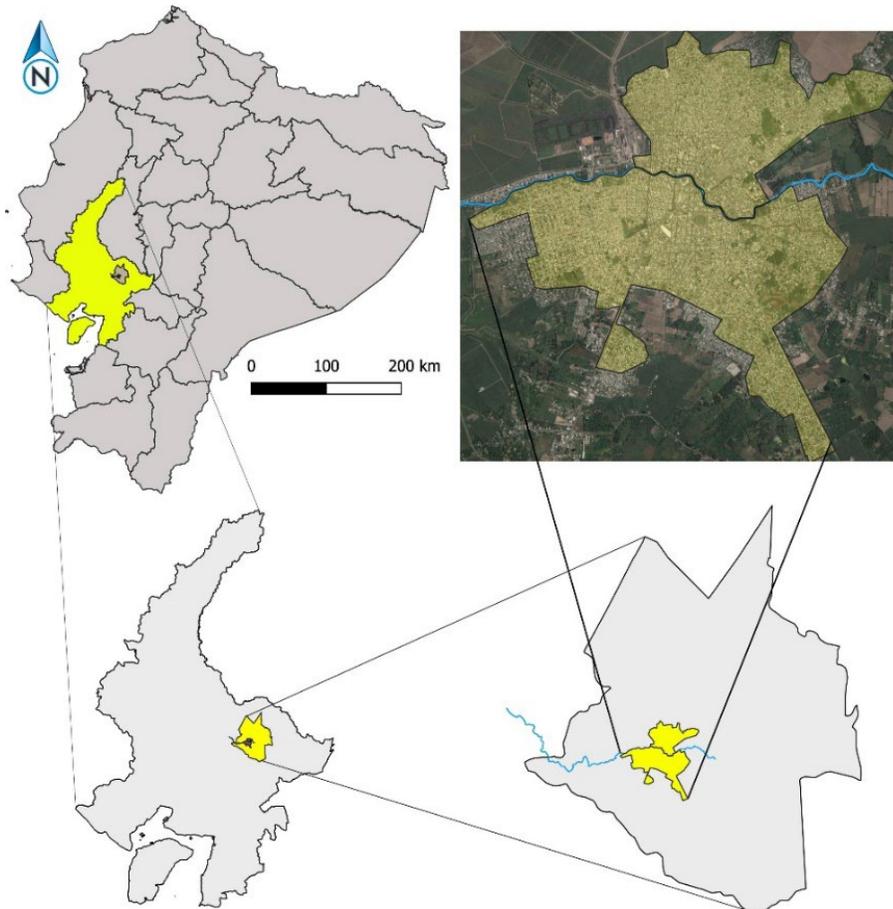
$$\frac{\frac{Z^2 * p(1 - p)}{e^2}}{1 + \left(\frac{Z^2 * p(1 - p)}{e^2 * N}\right)}$$

En donde, **N** representa el tamaño del universo del grupo de interés, **Z** es el índice de significancia asociado con un nivel de confianza del 95%, **e** es el margen de error permitido, y **p** representa el grado de variabilidad de la población o la probabilidad de ocurrencia asumida. Por tanto, el universo objetivo (N) es de 5000 participantes potenciales, el índice Z es de 1.96, el margen de error (e) esperado en este estudio será del 9%, y la probabilidad de ocurrencia (p) se asume en 0,5, que representa la variabilidad máxima que puede ocurrir en una población, por lo que el tamaño de la muestra resultante será conservador. Se determinó que el número indicado de encuestas a realizar en este estudio es de 116.

Las encuestas se tabularon en un procesador de datos para su análisis con el software estadístico SPSS, en donde se determinarán diferencias significativas usando pruebas chi-cuadrado con un nivel de significancia del 95%.

## Capítulo IV: Presentación Territorial del Río Milagro

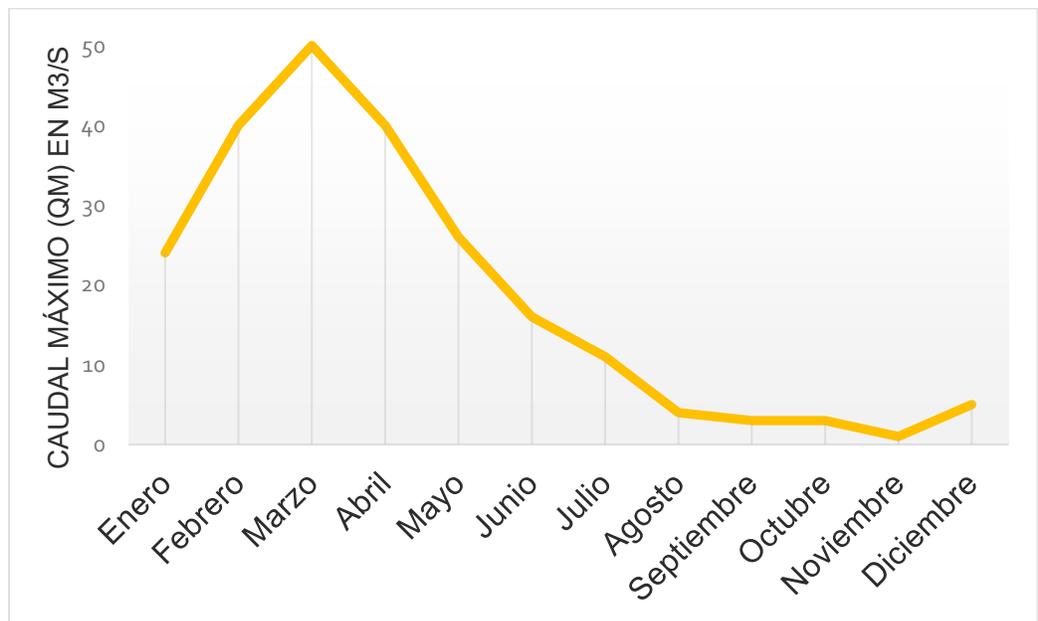
Este estudio se aplica al río “Milagro”, ubicado en el cantón Milagro, provincia del Guayas, en la región costanera del Ecuador (Figura 8). La longitud del río es de 79 kilómetros, con 7 kilómetros atravesando la zona urbana del cantón.



**Figura 8.** Ubicación del área de estudio. El mapa político del Ecuador se muestra en la esquina superior izquierda, donde se señala en amarillo la provincia del Guayas. El mapa de la provincia del Guayas se muestra en la esquina inferior izquierda con la ubicación del cantón Milagro señalado en amarillo. El mapa de la esquina inferior derecha corresponde al cantón Milagro, con la ciudad de Milagro resaltada en amarillo y el río “Milagro” representado con la línea azul. El mapa de la esquina superior derecha muestra el último ensanche de la ciudad de Milagro con el río que lleva su nombre representado por la línea azul. Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1. Hidrología

El sistema hidrográfico del río Milagro es del tipo óvalo-oblongo, lo que implica que es propenso a inundaciones, tiene un drenaje pobre y una sinuosidad baja, por lo que el agua no presenta la misma energía para moverse a lo largo de su cauce. El río se rodea de vegetación arbustiva y árboles, mientras que en algunos sectores poblados, existen tramos intervenidos con plantaciones agrícolas o construcciones. Por sus características físicas, el caudal del río Milagro puede variar de 0 a 50 litros/segundo, dependiendo de la época del año, seca o lluviosa (INAMHI, 2009). El estiaje del río Milagro se da durante los meses de mayo a noviembre, mientras que las inundaciones ocurren en los meses de altas precipitaciones de diciembre a abril. Por la variación de su caudal según las precipitaciones y por el comportamiento de su caudal dado por el valor máximo  $Q_m$  de 50 m<sup>3</sup>/s, el régimen hidrológico del río Milagro se clasifica como uno pluvial húmedo de la ladera occidental de la cordillera de los Andes. Estos ríos costeros tienen un promedio anual  $Q_m$  de 20.4 m<sup>3</sup>/s (Figura 9) (Pourrut, 1997).



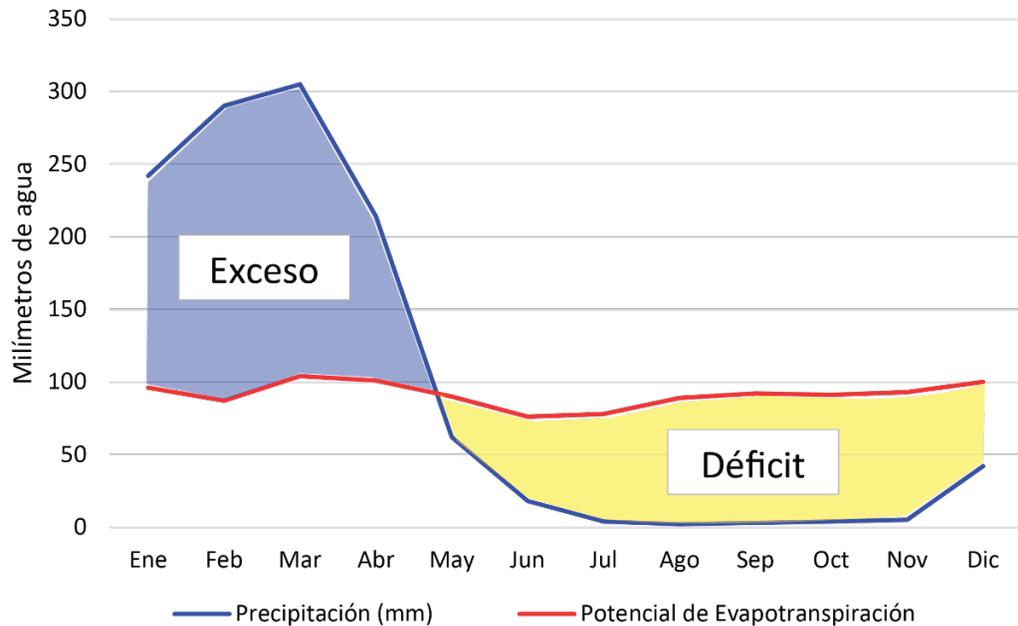
**Figura 9.** Caudal máximo mensual de un río con régimen hidrológico húmedo de la ladera occidental de los Andes.

El río Milagro desemboca en el río Babahoyo que a su vez forma parte de la cuenca del río Guayas (Figura 4). El río sirve de fuente de agua principal para la agricultura, un ejemplo de ello es el canal dedicado a la industria azucarera por el ingenio Valdez. El agua del río Milagro por su baja salinidad y contenido de carbonatos de calcio, se aprovecha para el riego de los cultivos de banano, cacao y caña de azúcar (Morocho-López, 2016).

#### **4.2. Clima**

La ciudad de Milagro tiene una temperatura anual promedio que varía de entre los 22 a 31°C, con raras excepciones bajando a menos de 20°C o superando los 33°C. A pesar de que la variación de la temperatura a lo largo del año es baja, la temporada anual más temperada inicia a mediados del mes de junio hasta mediados del mes de agosto, en donde la temperatura mínima puede ser de hasta 22°C y la máxima de 29°C (MERRA-2, <https://gmao.gsfc.nasa.gov/reanalysis/MERRA-2/>).

La región en la que se ubica Milagro presenta dos estaciones en el año, una lluviosa y una seca. La estación lluviosa inicia en diciembre y termina en mayo, pudiendo recibir un máximo mensual promedio de 200 mm de aguas lluvia. Las lluvias empiezan a escasear desde junio hasta noviembre (MERRA-2, <https://gmao.gsfc.nasa.gov/reanalysis/MERRA-2/>) (Figura 10). En base a estos parámetros de temperatura y precipitación, se ha caracterizado al clima del cantón Milagro como del tipo tropical mega-térmico húmedo (GAD Milagro, 2015).



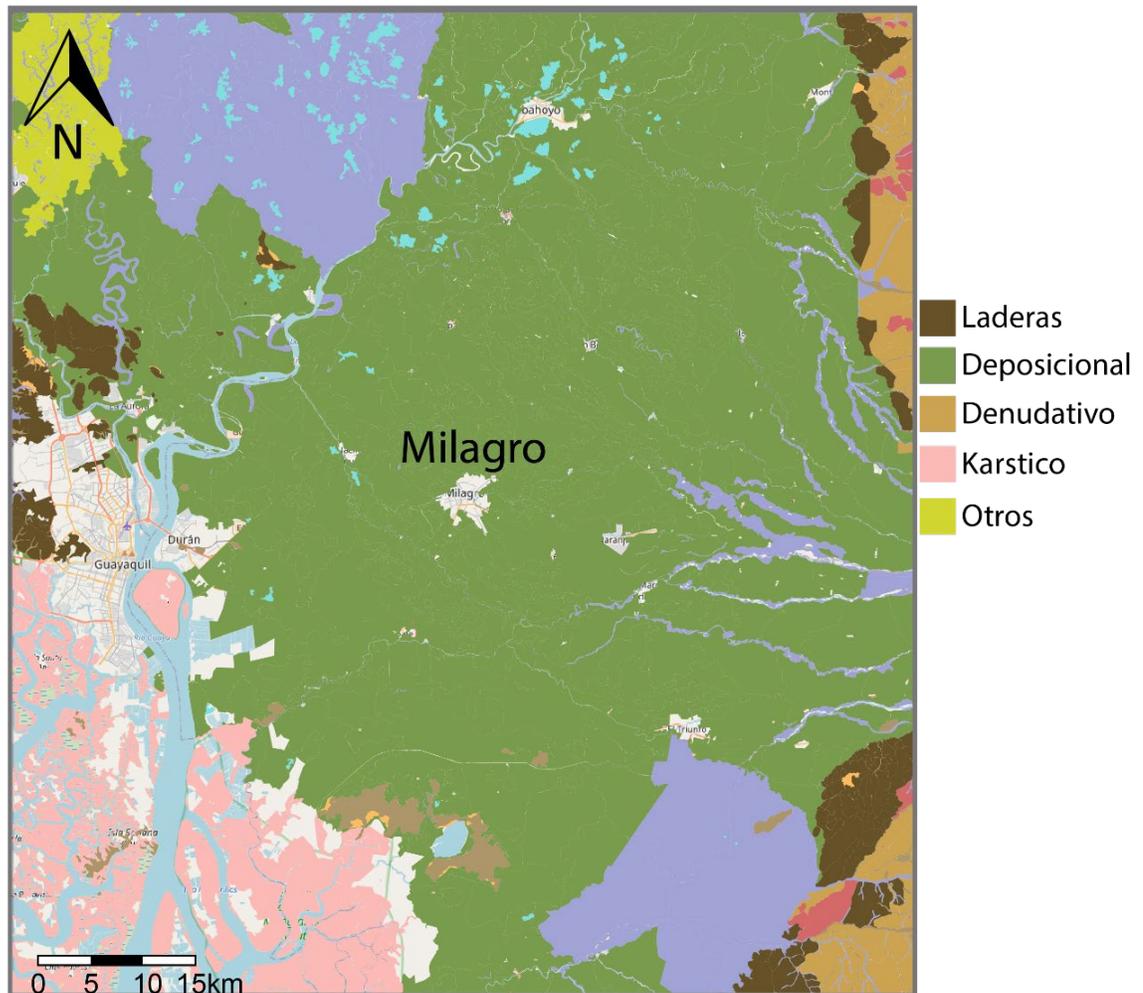
**Figura 10.** Balance hídrico en la región de Milagro dado por la precipitación promedio mensual y el potencial de evapotranspiración. Fuente: Elaboración propia con datos del INAMHI-Ecuador.

La dinámica de la precipitación promedio mensual es relevante en este estudio ya que está en consonancia con el caudal del río “Milagro” y el flujo de contaminación, siendo la época seca en la que el nivel de agua baja, la temporada de acumulación de desechos sólidos en las riberas, y la temporada de altas precipitaciones, en las que las inundaciones redistribuyen la basura y agentes infecciosos a las zonas aledañas (Fernández-Ronquillo, 2016), afectando aproximadamente a 166 mil habitantes (INEC, 2010).

### 4.3. Geomorfología, geología y edafología

Por su ubicación geográfica en las faldas de la cordillera de los Andes, la geología de Milagro consiste principalmente de depósitos aluviales cuaternarios, en donde predominan arcillas, arenas, y limos (Figura 11). Las arcillas en combinación con las arenas pueden alcanzar a retener altas concentraciones de metales pesados como Cu, Zn, Ni, y Cd (Musso et al., 2017). Una parte del

municipio, en el este, consiste de terrazas indiferenciadas que datan de la época del pleistoceno. Dichas terrazas también tienen bancos de miles de metros de profundidad que están formados de arcillas y arenas acarreados por procesos aluviales (GAD Milagro, 2015).

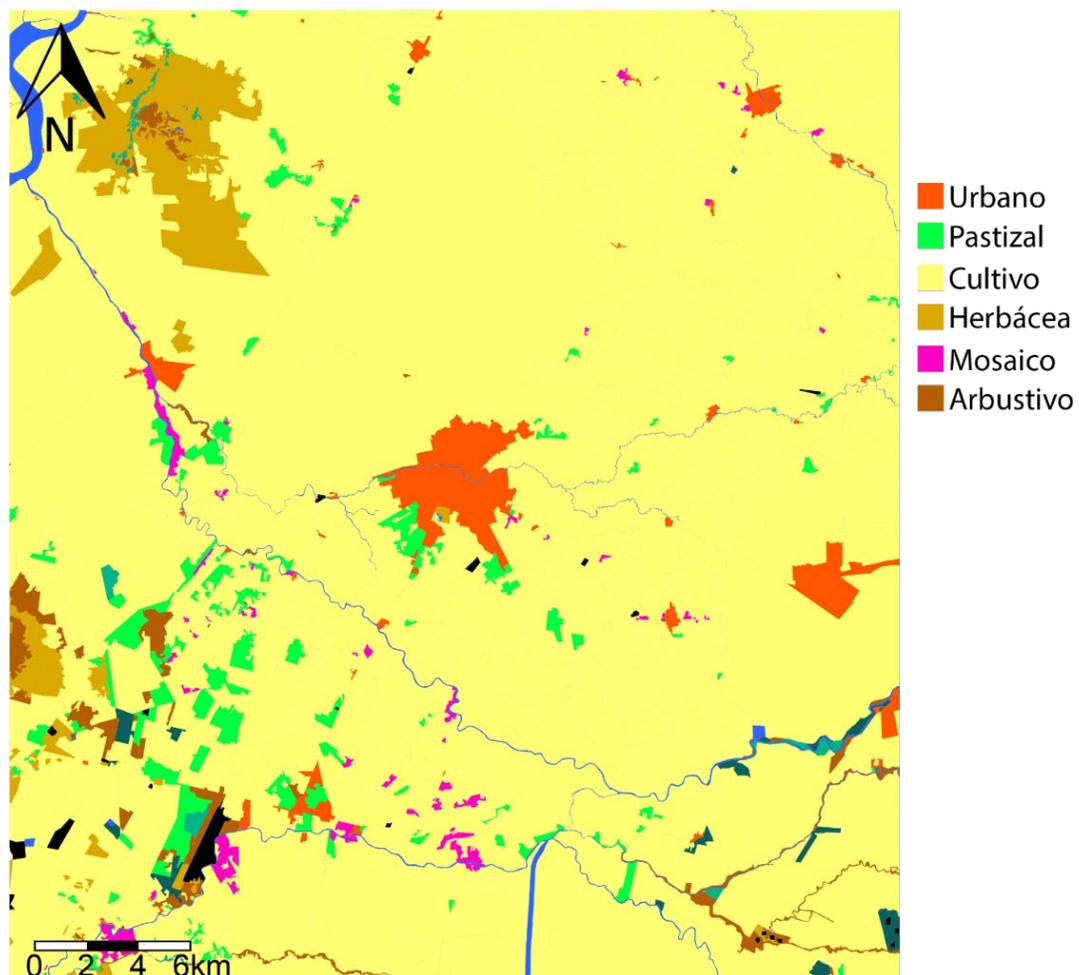


**Figura 11.** La geomorfología de Milagro consiste principalmente de suelos deposicionales aluviales. Fuente: MAG-Ecuador.

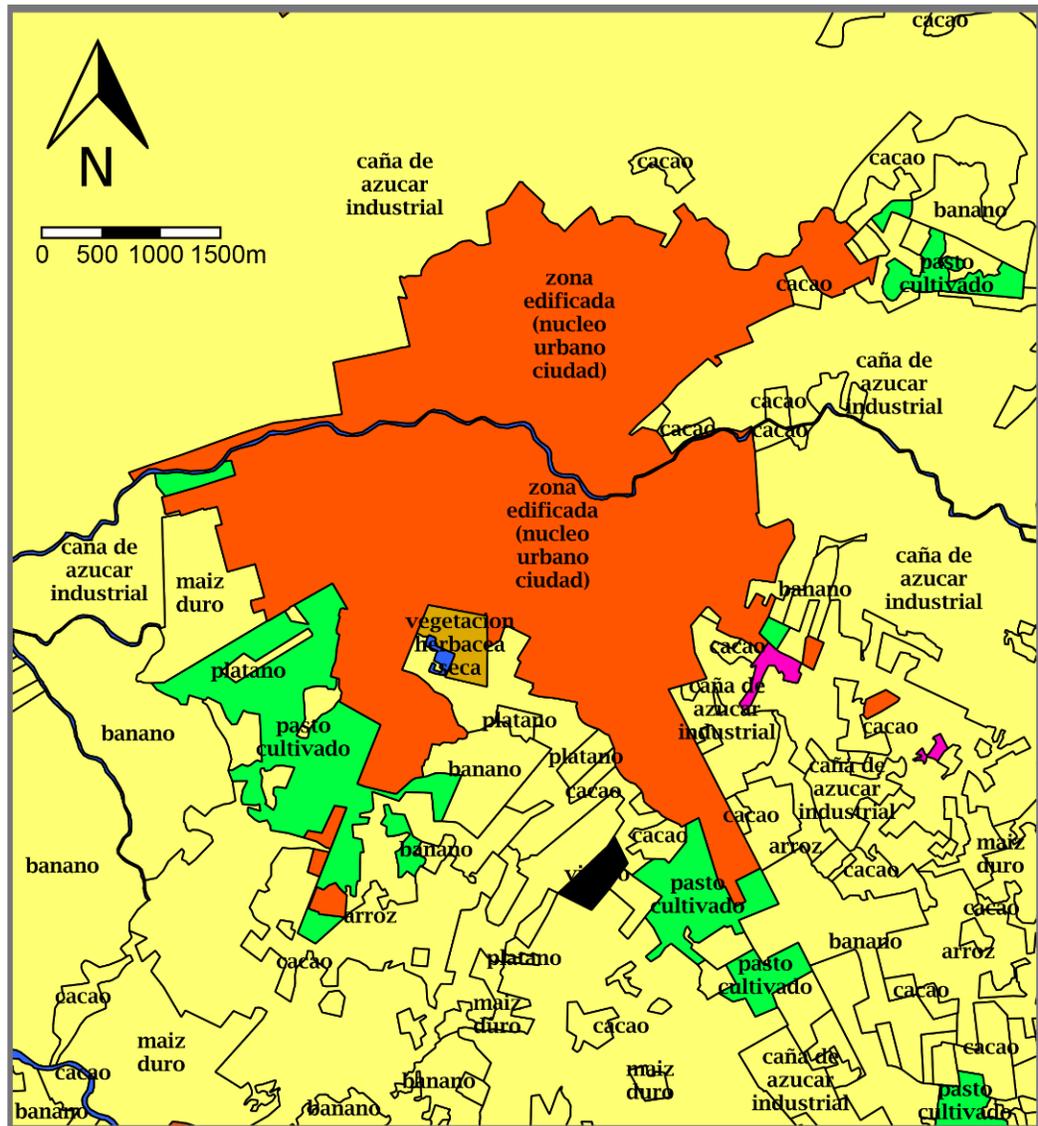
En Milagro, el 85% del territorio corresponde a una llanura aluvial reciente, unidad ambiente formada por los depósitos aluviales cuaternarios. El 11% corresponde a la unidad ambiental denominada “Piedemonte Andino”. El territorio

de Milagro es generalmente plano, con cotas máximas de hasta 65 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) (GAD Milagro, 2015).

Los suelos en Milagro son en su mayoría hapludoles fluviales, que se caracterizan por su alta permeabilidad. Estos suelos son utilizados para el monocultivo extensivo de caña de azúcar, maíz, cacao y banano (GAD Milagro, 2015) (Figura 12). El cultivo de maíz, cacao y banano en la zona de Milagro son manejados por pequeños productores en unidades de producción pequeñas (Figura 13).



**Figura 12.** Mapa del uso de suelos en el sector de Milagro. La zona se caracteriza por sus extensos cultivos de caña de azúcar. Fuente: MAG-Ecuador.



**Figura 13.** Tipo de cultivos en el sector de Milagro. La zona se caracteriza por sus extensos cultivos de caña de azúcar. Los cultivos de banano, maíz y cacao son menos predominantes que el cultivo de caña de azúcar. Fuente: MAG-Ecuador.

#### 4.4. Flora

La vegetación presente en el área de estudio es consecuencia de la alta antropización y es predominantemente agrícola. Sin embargo, destacan varias especies endémicas de árboles como el cedro macho (*Carapa megistocarpa*

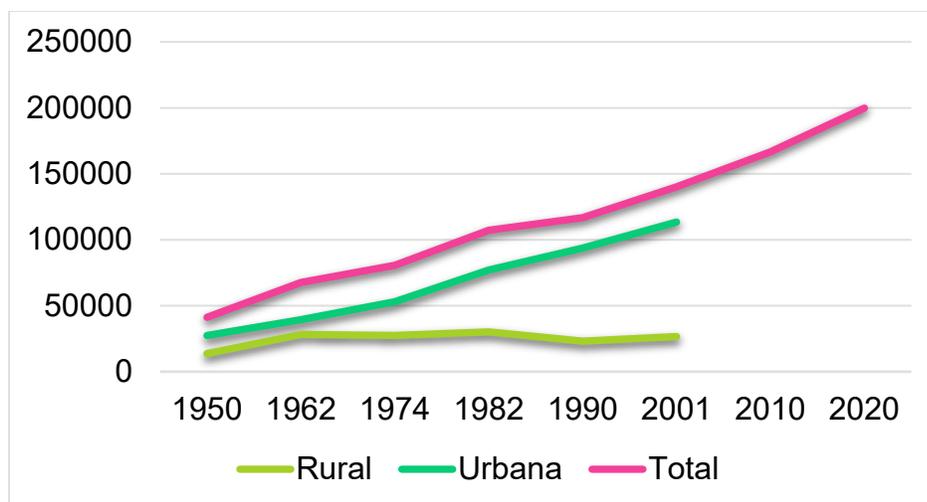
Aubl.), el caucho (*Castilla elástica* Cerv.), el Fernán Sánchez (*Triplaris cumingiana*), y varias especies de frutales (*Inga spp.*) (CELEC, 2010). Hasta la actualidad, no existe un inventario de la fauna de Milagro, por lo que estudios de este tipo son necesarios para un adecuado planeamiento territorial.

#### **4.5. Fauna**

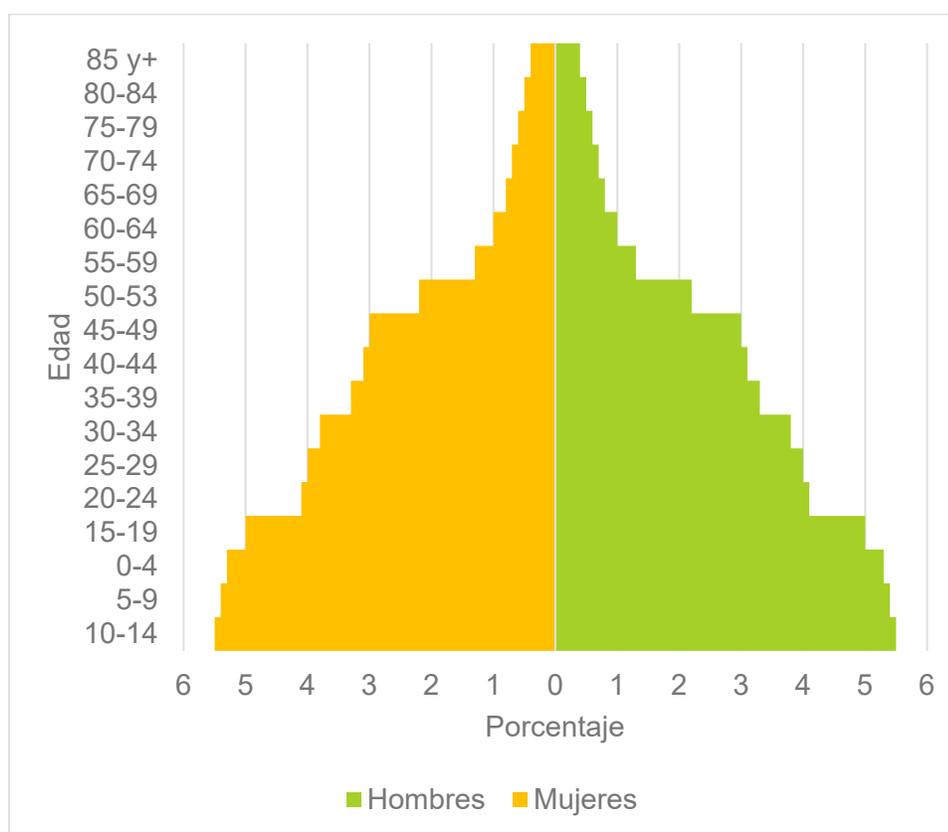
Entre los mamíferos principales, se pueden encontrar a la raposa común (*Didelphis marsupialis*), la ardilla generalista (*Sciurus stramineus*) y el armadillo (*Dasybus novemcinctus*). En Mialagro, son comunes las especies de aves: gallinazo (*Coragyps atratus*), la paloma (*Columbina cruziana*), el tirano tropical (*Tyrannus melancholicus*), el negro matorralero (*Dives warszewiczi*), entre otras (CELEC, 2010).

#### **4.6. Demografía**

La población de Milagro, según el último censo del 2010, es de 166 mil habitantes, y se ha proyectado que en el 2020, la población es de 199.835 habitantes, lo que representa un crecimiento rápido de casi 30 mil habitantes en los últimos 10 años (INEC, 2010). Además, la población rural ha decrecido, mientras que la población urbana ha tenido un crecimiento exponencial (Figura 14). Del total, el 80% vive en la zona urbana, mientras que el resto se distribuye a lo largo del territorio rural. En Milagro, aproximadamente el 60% de la población tiene menos de 30 años, lo que representa una población muy joven (Figura 15). El nivel de instrucción de más del 50% de la población es primario, mientras que un 25% ha alcanzado un nivel de instrucción secundario. Solo el 10% de la población ha estudiado una carrera de nivel universitario. En cuanto a la ocupación de la fuerza laboral, un cuarto de la población se dedica a actividades en la industria de la caña de azúcar, mientras que otro cuarto son trabajadores informales sin trabajos estables (SENPLADES, 2014). Por otro lado, el paro en Milagro es de 28% (MIP, 2018).



**Figura 14.** Evolución de la población rural, urbana y total en la ciudad de Milagro. La población ha crecido en 30 mil habitantes en los últimos 10 años, mientras que la población rural ha disminuido en las últimas décadas.



**Figura 15.** Pirámide poblacional de Milagro según el censo poblacional del año 2010. Fuente: Elaboración propia con datos del INEC, 2010.

## Capítulo V: Resultados y Discusión

En este capítulo, se presentan una revisión literaria de la problemática asociada al daño del paisaje fluvial en el municipio de Milagro. La revisión se basa en antecedentes históricos y revisión de los planes de ordenamiento territorial disponibles en los repositorios oficiales. Seguidamente, se presenta un diagnóstico de la situación actual en base a observaciones de campo. Los problemas asociados al tema de interés quedaron registrados fotográficamente. Además, se incorporó la percepción de la ciudadanía en la fase de diagnóstico mediante un proceso de entrevistas electrónicas. Finalmente, se analizan los resultados en conjunto para determinar los elementos más afectados del paisaje fluvial en estudio y las causales.

### 5.1. Revisión histórica de la contaminación en el río Milagro.

Una revisión histórica de la problemática de contaminación da cuenta de la evolución, la dinámica y la importancia del problema. Según los registros de prensa y fotográficos, la contaminación antropogénica en las riberas ha sido un problema constante y se ha incrementado con el aumento poblacional. Una foto de 1980 (Figura 16), muestra las riberas del río Milagro convertidas ya en vertederos de basura (Rodríguez Ricardo<sup>1</sup>). La calidad de las aguas de río Milagro es incierta ya que existen únicamente estudios recientes (Morocho-López, 2016). Sin embargo, los registros fotográficos de inicio del siglo XX (Figura 2) dan cuenta del buen estado de conservación de las aguas, lo que indica que tanto la revolución industrial y el incremento poblacional urbano han contribuido al deterioro del paisaje fluvial. Los esfuerzos de los gobiernos municipales por mantener el río limpio se empezaron a intensificar a finales de los años 90, cuando los estragos por las inundaciones empezaron a ser económicamente significativos. El panel de fotos (Figura 17), muestra el río con niveles de agua y escorrentía altos.

---

<sup>1</sup> Fotógrafo profesional, bibliotecario e historiador de la ciudad de Milagro.



**Figura 16.** Foto del río Milagro tomada en el año 1980, cortesía de Ricardo Rodríguez, Milagro centenario (comunicación personal). Las riberas del río en esta época muestran la carga contaminante acumulada en épocas de sequía, donde el nivel de agua es bajo.



**Figura 17.** Las inundaciones motivan la limpieza y mantenimiento del río por parte de las autoridades locales. Fotografías del río Milagro en épocas de inundaciones.

El nivel de agua alto provocaba el desprendimiento de árboles. Cortesía de Ricardo Rodríguez, Milagro centenario (comunicación personal).

Desafortunadamente, el problema de la contaminación parece ser cíclico y radica sobre todo en la falta de concienciación de los moradores al respecto. Los registros muestran que, en los últimos 20 años, los gobiernos municipales han contemplado la limpieza y conservación del río en sus planes de ordenamiento territorial. Sin embargo, el nivel de contaminación por acumulación de desechos en las riberas persiste y regresa a sus niveles iniciales de contaminación unos meses después de su limpieza.

La figura 18, muestra un registro fotográfico del año 2015, cuando el gobierno municipal implementó un plan de limpieza del río en el sector conocido como “Las Damas” (GAD Milagro, 2015). Años más tarde, la carga contaminante incrementó en comparación con el nivel del año 2015 (Arévalo, 2017), tal como se observa en la figura 19. Esto es evidencia de que el problema radica en la educación de la ciudadanía y los esfuerzos nulos de los gobiernos de turno por identificar los orígenes de la problemática, tal como el tipo y origen de la carga contaminante.



**Figura 18.** Implementación del programa de recuperación del río Milagro y sus riberas. El plan fue implementado en el 2015. La fotografía corresponde al sector de “Las Damas”, cortesía del GAD municipal (GAD Milagro, 2015).



**Figura 19.** Acumulación de residuos en el sector “Las Damas”, dos años después de haber implementado el plan de recuperación del río. La dinámica de la contaminación es cíclica, por lo que se infiere que el problema radica en la educación de la ciudadanía. Cortesía de Arévalo (2017).

En la actualidad, el gobierno municipal de Milagro a través de la dirección de Gestión Ambiental, Riesgos, Minería y Turismo, ha creado grupos de trabajo, como el movimiento “Los Guardianes del Río”, que comenzó su gestión a principios de marzo del 2020. Estos grupos de trabajo tienen la finalidad de recuperar las riberas del río Milagro, mediante la recolección de basura (Figura 20).



**Figura 20.** Inauguración del programa municipal “Guardianes del río”, que consiste en grupos de trabajo para la limpieza de las riberas. Foto cortesía de Fernández (2020). Las rutinas de limpieza son frecuentes por la rápida acumulación de carga contaminante.

Otras labores municipales, como fue el dragado del río, estuvieron orientadas a la prevención de inundaciones, que tuvo un efecto positivo en los años 2018, 2019, 2020 en las inundaciones en la zona urbana (Moradora Clara Matamoros<sup>2</sup>). Sin embargo, el problema no ha sido corregido de fondo, puesto que los dragados son requeridos con frecuencia si se pretende lograr un efecto de mitigación. Además, esto perjudica el nicho ecológico causando alteraciones en la flora y fauna (CIREF, 2010).

## 5.2. Recorridos de campo

Un **recorrido inicial**, realizado el 13 de marzo del 2020 (época lluviosa), en donde el nivel de agua estuvo alto por las lluvias reciente, reveló una

<sup>2</sup> Licenciada en ciencia de la educación y Magister en ciencias, educadora.

acumulación de basura por escorrentía, aguas abajo. La acumulación de desechos fue abundante en la cercanía de los puentes o en las zonas con abundante vegetación, donde los desechos son atrapados aguas abajo. Los principales contaminantes fueron el plástico, varios recipientes de polietileno, neumáticos y los desechos orgánicos, de entre los que predominaron las cáscaras de maíz, y trozos de maderas desprendidas de cercas o caseríos aguas arriba. Se colectaron evidencias de que la deposición de basura por parte de ciertos moradores es deliberada; por ejemplo, se encontraron bolsas de basura previamente embaladas. Otros contaminantes fueron evidentemente arrastrados por la escorrentía, tal como neumáticos utilizados para la alimentación de cerdos en criaderos improvisados de los pobladores aguas arriba (Figura 21).

Por otro lado, se evidenció que existe descuido de las autoridades locales en dos sentidos, primero, en cuanto a las medidas estructurales necesarias no construidas, y segundo, en cuanto a la falta de reglamentación e incapacidad para hacer cumplir las ordenanzas municipales. Las medidas estructurales necesarias son la rehabilitación de los contenedores de basura municipales y la instalación de contenedores adicionales. Se arribó a esta conclusión, debido a que los moradores han creado contenedores improvisados que no cumplen los requisitos mínimos de salubridad dentro del perímetro urbano, siendo un foco infeccioso y de promotor de plagas que afectan a la ciudadanía (Figura 22A, 22B). Entre estos, destaca un altillo de madera para colocar la basura evitar que caninos dispersen los desperdicios además de retener la basura en esta ubicación para que no sea arrastrada por la corriente (Figura 22B). Por otro lado, la desatención de las autoridades locales en cuanto a los contenedores de basura implica que no sean vaciados periódicamente (Figura 22C). En otros casos son muy pequeños para la carga contaminante acumulada en la zona en determinados periodos de tiempo (Figura 22D).



**Figura 21.** (A) Nivel freático del río Milagro durante el primer recorrido de campo en diferentes puntos geográficos dentro del área urbana; la carga contaminante ha sido arrastrada o está siendo oculta por el nivel del agua. (B) Punto de deposición de residuos orgánicos e inorgánicos, se observan bolsas plásticas, recipientes de polietileno, y azulejos rotos, también se registra evidencia de que se instaló una fogata para incinerar los residuos. (C) Neumáticos regularmente

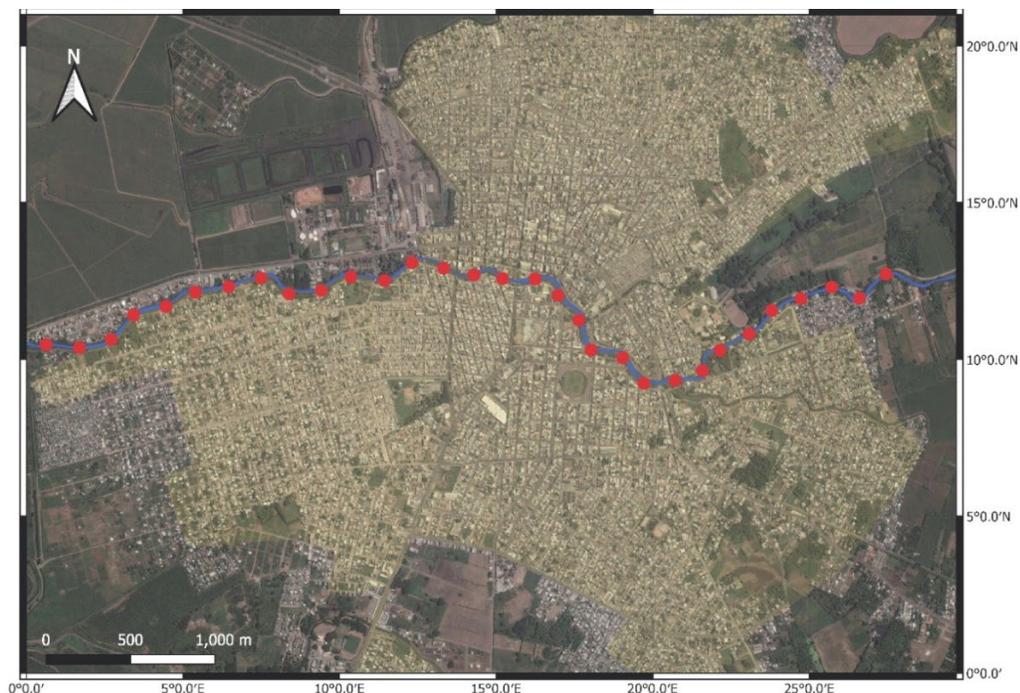
usados en criaderos de ganado porcino que han sido arrastrados por la corriente hacia el casco urbano. (D) Otro vertedero de basura dentro del casco urbano, los desechos han sido previamente embalados para su deposición, lo que indica que la contaminación en este punto fue deliberada.



**Figura 22.** (A) Contenedor de basura desmantelado en donde los moradores continúan depositando sus desechos ante la inexistencia de otras medidas. (B)

Altillo improvisado para depositar desechos, los moradores buscan evitar la dispersión de los desechos por los caninos de la zona, y que esta no sea arrastrada por la corriente cuando el nivel freático es alto. (C) Acumulación de basura en un contenedor de basura improvisado, los restos de un monumento con una cavidad interna son utilizados por los moradores como contenedor. (D) Un contenedor de basura de un morador que no ha sido vaciado en varios días.

Por otra parte, los recorridos de campo permitieron conocer que las medidas de contención institucionales no han sido del todo exitosas. Por ejemplo, en varios sitios concurridos del casco urbano, se pueden observar letreros de advertencia sobre los problemas de contaminación del río. Además, existen avisos específicos sobre los montos de las multas a pagar en caso de contaminación deliberada. En ese sentido, se entiende que, a pesar de existir la intención del gobierno local para frenar la contaminación, estas medidas no se hacen cumplir (Figura 24A). Llama la atención que la multa por contaminación es relativamente baja, de 38 dólares americanos (US\$), considerando que el salario mínimo en la región es de US\$ 400 (Figura 24B). Específicamente, este último letrero fue registrado en la zona del Malecón, entre las avenidas Tarqui y Esmeralda. Los puntos inspeccionados durante el primer recorrido se muestran en la figura 23.



**Figura 23.** Localización geográfica de los puntos inspeccionados durante el primer recorrido. Aunque la marea estuvo alta, se pudo observar sitios en los que la acumulación de desechos es problemática.

El **segundo recorrido**, realizado el 15 de marzo del 2020, cuando el nivel freático ha bajado, después de las lluvias (Figura 25A), evidencia más contaminación en las riberas que la registrada en el recorrido anterior (Figura 25B). El tipo principal de carga contaminante es el plástico. Con el nivel de agua bajo también se encontraron restos de materiales utilizados para la construcción de viviendas (Figura 25C). También se evidenció el arrastre de contaminante aguas abajo por la escorrentía del río (Figura 25D).

En conjunto, el recorrido de campo permitió determinar que las medidas de mitigación del gobierno de turno no son integrales. Por un lado, la intervención del municipio es escasa en lo que se refiere a gestión de residuos, por otro lado, las medidas institucionales de mitigación propuestas son débiles y no existen mecanismos para hacer cumplir las ordenanzas. De otra parte, estas medidas de intervención tanto estructurales como institucionales no deben ser aplicadas únicamente en las zonas más concurridas del casco urbano, sino también dentro

de la zona rural aguas arriba, ya que, en estos recorridos, es común observar carga contaminante arrastrada por la corriente después de las lluvias.

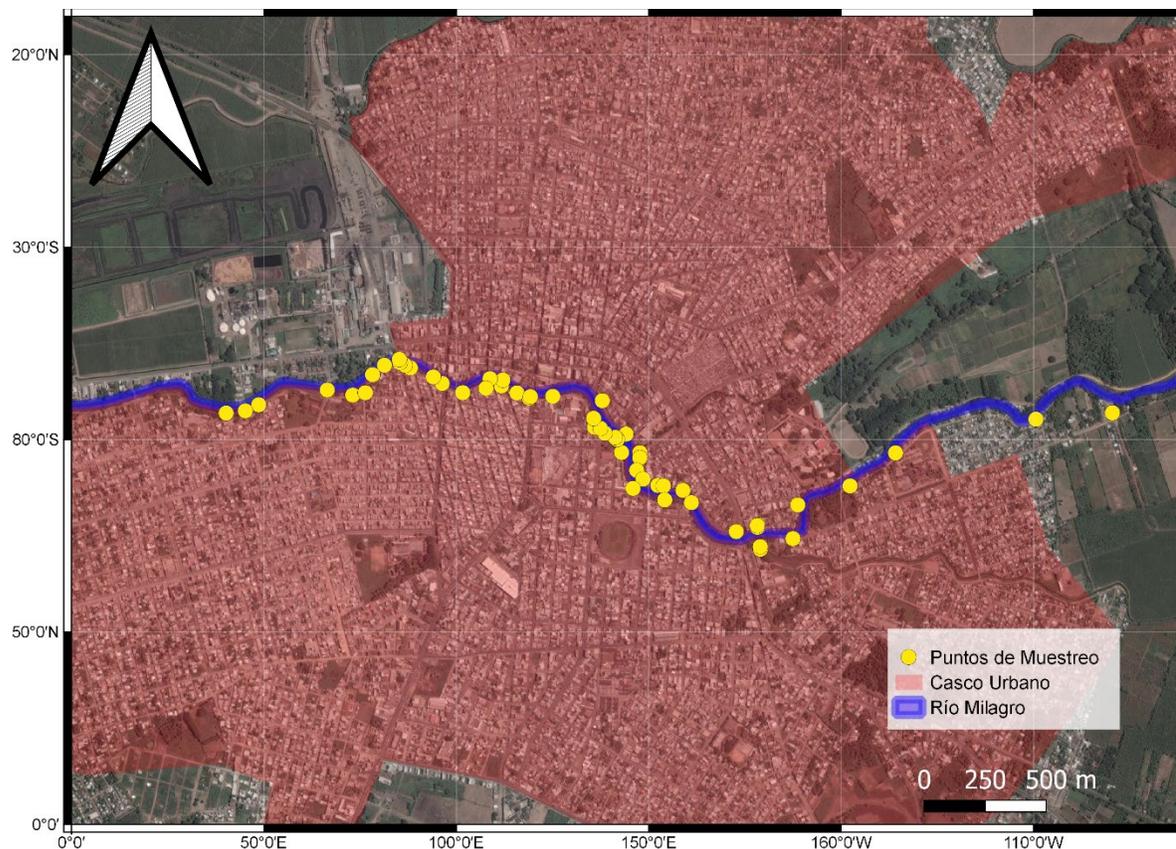


**Figura 24.** Letreros de advertencia en zonas concurridas del casco urbano de Milagro. (A) Un letrero se encuentra al lado de un contenedor de basura improvisado, lo que sugiere que el mensaje no ha llegado a la ciudadanía por falta de educación ambiental. (B) Un letrero de advertencia especifica la multa que se deberá pagar por botar basura en las riberas del río.

Durante el segundo recorrido se inspeccionaron una mayor cantidad de localidades debido a que el problema de contaminación fue más evidente. A diferencia del primer recorrido, en donde se observaron 33 puntos geográficos, durante el segundo recorrido, se pudieron inspeccionar 54 sitios. La figura 26 muestra la ubicación geográfica de los sitios observados.

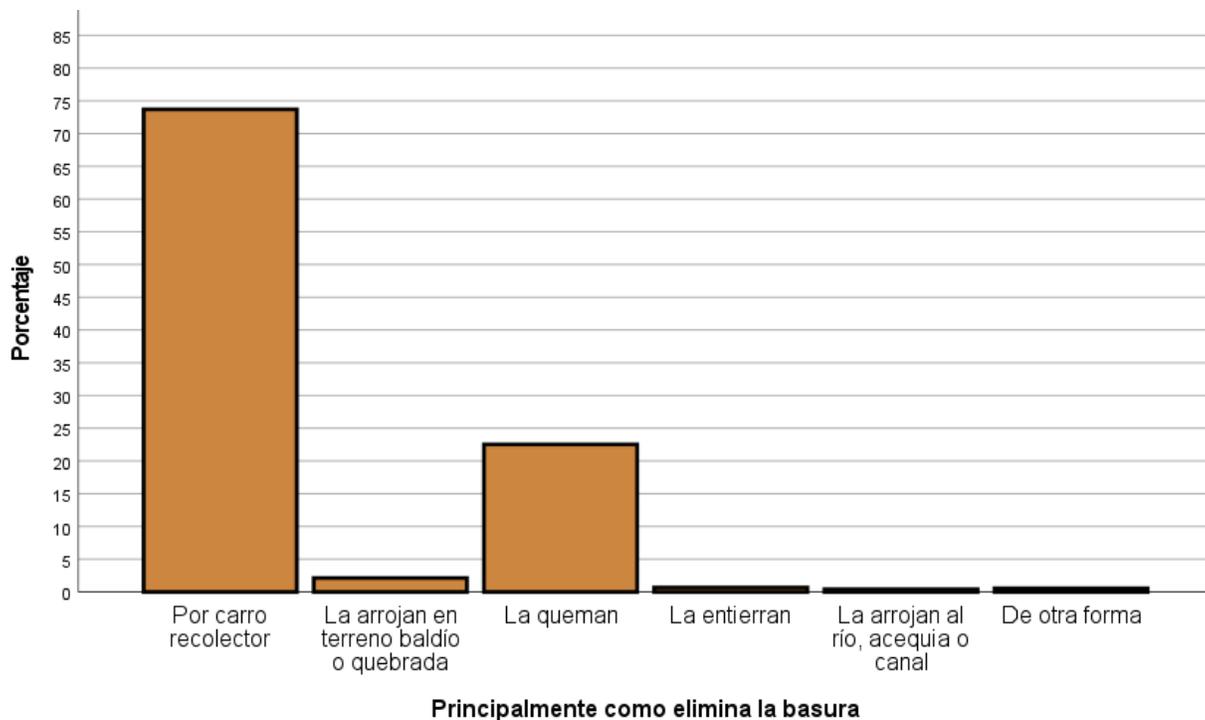


**Figura 25.** Registro fotográfico del segundo muestreo, (A) con nivel freático bajo. (B) Otros focos de contaminación se evidenciaron. (C) Se registraron restos de materiales usados en la construcción y (D) los desechos arrastrados por la escorrentía.



**Figura 26.** Ubicación geográfica de los puntos observados durante el segundo recorrido a lo largo del río Milagro.

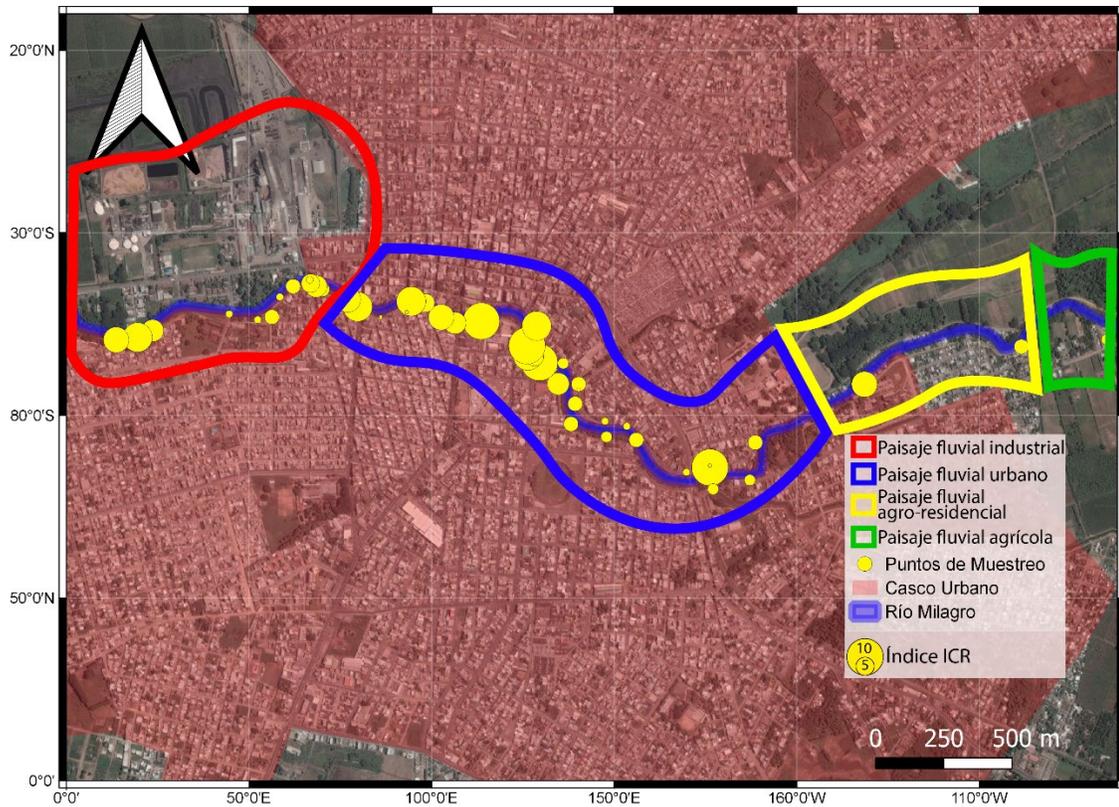
El patrón del comportamiento de la ciudadanía con respecto a la deposición de desechos es complejo de entender puesto que el gobierno municipal sí cuenta con un plan de recolección de desechos sólidos, que, a lo mejor, cabe recalcar, necesita ser mejorado desde el punto de vista de eficiencia y cobertura. Por ejemplo, el último censo de población y vivienda en la ciudad de Milagro en el año 2010 proporciona información sobre los mecanismos que las personas utilizan para la eliminación de los desechos sólidos de sus hogares. Aproximadamente  $\frac{3}{4}$  de los hogares utilizan la red de eliminación de desechos del municipio, mientras que el 25% restante incinera sus desechos, la botan al río, o la entierran, etc. (Figura 27). No existen datos de la frecuencia de la recolección por parte del municipio.



**Figura 27.** Formas de eliminación de la basura por parte de los moradores de la ciudad de Milagro.

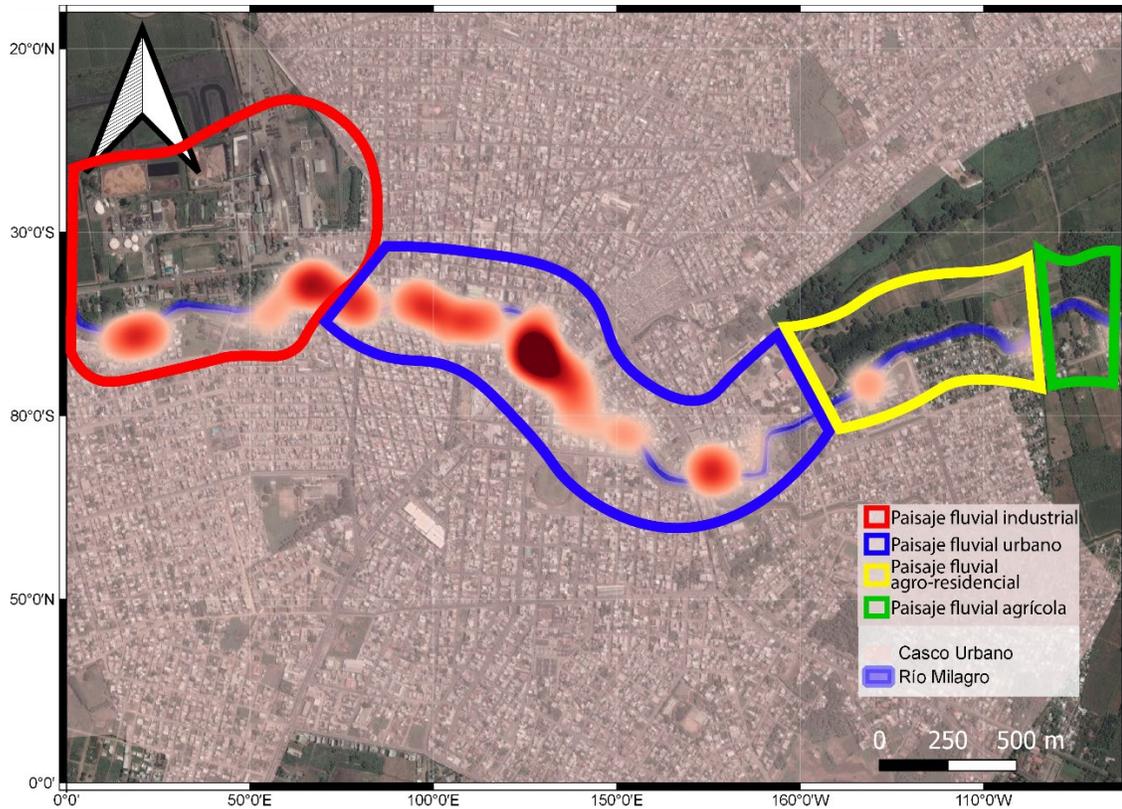
### **5.2.1. Puntos calientes de contaminación.**

Los recorridos de inspección permitieron cuantificar los elementos contaminantes en las riberas utilizando el índice de contaminación de ribera propuesto en este trabajo. Se pudo identificar que la mayor cantidad de desechos se encuentra en la parte central del casco urbano, lo que perjudica el paisaje fluvial urbano afectando directamente a los moradores. Además de esta zona crítica, en menor medida la carga contaminante en las riberas se pudo registrar en la zona industrial de la ciudad, en donde se localiza el ingenio azucarero. Finalmente, los paisajes fluviales menos afectados fueron el agrícola y el agro-residencial, en donde se registró la menor carga contaminante según el índice ICR utilizado (Figura 28).



**Figura 28.** Índice de contaminación de riberas a lo largo del río Milagro. Los puntos geográficos que se ubican en el paisaje fluvial urbano son los más afectados por la acumulación de carga contaminante de origen antropogénico. También afectado, el paisaje fluvial industrial aparece con menor carga contaminante que el paisaje fluvial urbano. Los paisajes fluviales agro-residencial y agrícola son los menos afectados por la carga contaminante en las riberas.

El uso del ICR nos permitió construir un mapa de puntos calientes de contaminación, mismo que puede ser utilizado en un plan de manejo de desechos en las riberas del río Milagro. El mapa mostró que los puntos que requieren atención urgente están a la altura de la calle Carlos Julio Arosemena, a la altura de la Unidad Educativa Franciscana “San Antonio”, y el sector del puente en la avenida 17 de septiembre (Figura 29).



**Figura 29.** Mapa de puntos calientes de contaminación de las riberas del río Milagro. Los sectores más contaminados corresponden a las sombras de color rojo oscuro, mientras que los menos contaminados, en función del índice ICR, corresponden a las sombras de color rojo tenue. El paisaje fluvial urbano es el que presenta más zonas de puntos calientes de contaminación y algunas localidades requieren atención urgente del gobierno municipal para garantizar el acceso efectivo a las riberas.

### 5.3. Percepción de contaminación por los encuestados

Para determinar cuál es la valoración subjetiva de la ciudadanía del paisaje que ofrece el río Milagro, se condujeron 116 encuestas electrónicas. Las encuestas fueron dirigidas a jefes de familia en la zona de influencia del río Milagro, esto es, moradores con más de un año de antigüedad a lo largo de las calles Esmeraldas, y las comprendidas hasta la calle García Moreno.

### 5.3.1. Demografía de la muestra

Las características demográficas de los encuestados son como se resume a continuación:

El 64% de los encuestados correspondió al género femenino, y el 34% masculino. Se considera que las diferencias en el género de los encuestados no introducen sesgo en el análisis de los datos para investigar los objetivos propuestos en este estudio. Sin embargo, se debe recalcar que las respuestas al cuestionario fueron colectadas en función de la disponibilidad de participantes.

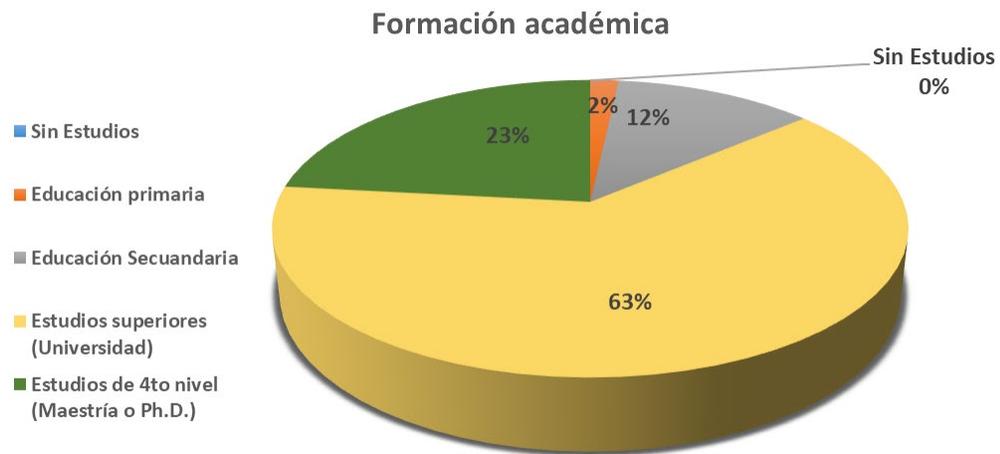
Por otra parte, la mitad de los encuestados tiene una edad de entre 26 a 45 años. Se espera que la percepción de los ciudadanos más jóvenes sea diferente a la de los mayores de 50 años, ya que son estos últimos quienes pueden dar fe del estado de conservación del río en el pasado, por lo que la percepción del deterioro puede ser más drástica. Por otro lado, la población más joven, tiene una valoración subjetiva diferente, es decir, para ellos, el río siempre ha estado así y posiblemente seguirá en condiciones similares en el futuro (Figura 30).



**Figura 30.** Perfiles de edad de los encuestados. La mitad de ellos corresponde a personas de entre 26 a 45 años de edad.

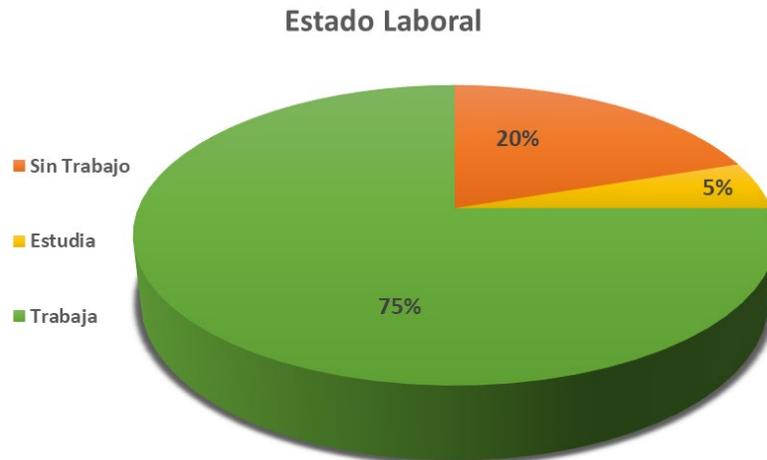
Otra variable que puede sesgar la percepción global del estado del río es el nivel de escolaridad. En este estudio, el 86% de los encuestados tiene un nivel de escolaridad alto, de licenciatura y maestría. Este dato es interesante, puesto

que la mayoría de la población de Milagro solo tiene nivel de escolaridad secundario. Se pueden atribuir estos resultados al hecho de que la encuesta fue promocionada en redes sociales por motivos de la pandemia del COVID-19. Así, se presume que la población más interesada/preocupada sobre el tema es la que respondió el cuestionario. Esta observación soporta la hipótesis de que la falta de educación general y ambiental es la raíz de los problemas de contaminación del río (Figura 31).



**Figura 31.** Nivel de escolaridad de los encuestados, se presume que la mayoría de encuestados mostró interés en el tema, por lo que accedió a responder el cuestionario que fue promocionado en las redes sociales.

En esta misma línea, se rescata que del 75% de encuestados laboralmente activos, alrededor del 25% son maestros, que por lo general son conocedores del tema de la educación ambiental. El resto de encuestados tiene profesiones variadas que varían entre oficinistas a operadores de maquinarias en el ingenio azucarero (Figura 32).



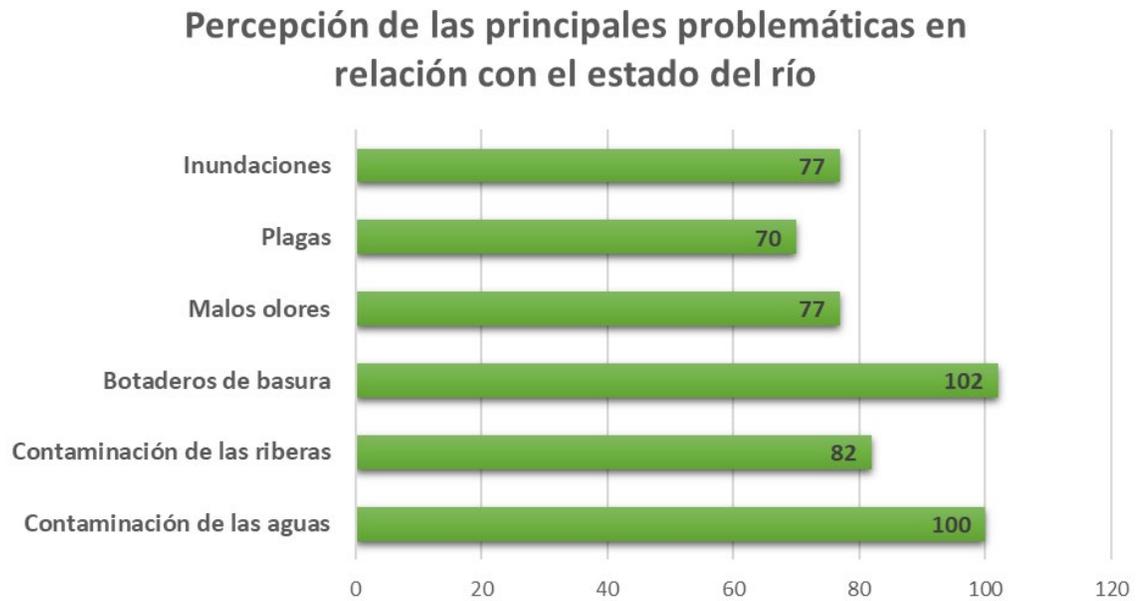
**Figura 32.** Estado laboral de los encuestados, la mayoría de participantes se dedican a la docencia.

### **5.3.2. Percepción sobre la contaminación del río**

La mayoría de los encuestados hace referencia al problema de la basura en el río Milagro, además existe preocupación sobre el estado de contaminación del agua y las riberas, con lo que se resalta la importancia de este trabajo. Por otro lado, la figura 33 muestra que existen otras preocupaciones y problemas que deben tomarse en consideración para la elaboración de estrategias de mitigación en el futuro. Existen zonas en el perímetro urbano afectadas por los malos olores resultantes de la acumulación de basura, los roedores e insectos que han encontrado su nicho en medio de los desperdicios orgánicos, y finalmente las inundaciones que cada año azotan a la ciudad.

Específicamente sobre la contaminación de las riberas, objeto principal de este estudio, los encuestados coinciden en que la contaminación es muy alta tanto en época seca como en la época lluviosa. Existe una pequeña diferencia en la percepción de contaminación de las riberas entre la época seca y alto, en consonancia con las observaciones de los recorridos de campo. El 71% de los encuestados considera que las riberas están muy y terriblemente contaminadas en la época seca (Figura 34), mientras que, en la época lluviosa, cuando el nivel de agua es alto, la percepción de contaminación de las riberas parece ser menor,

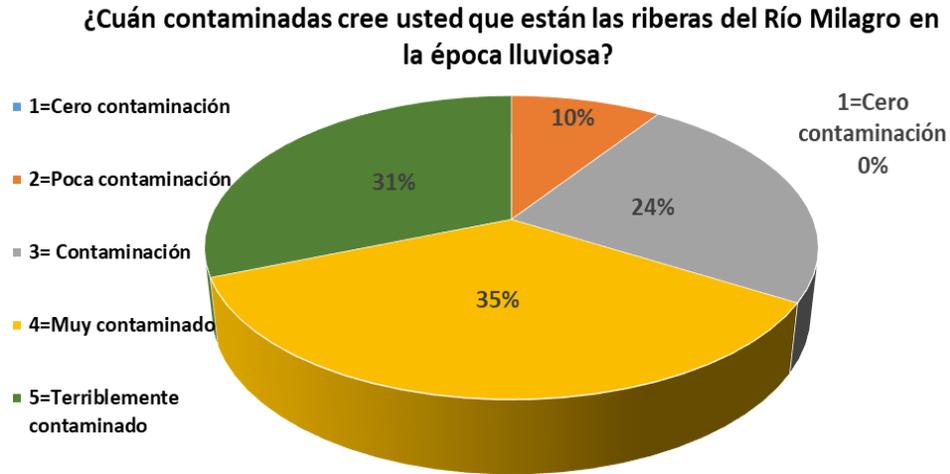
con el 66% de los encuestados considerando que la contaminación es muy y terriblemente alta (Figura 35).



**Figura 33.** Principales problemas asociados al río Milagro, según los encuestados.



**Figura 34.** Percepción de contaminación en la época seca.

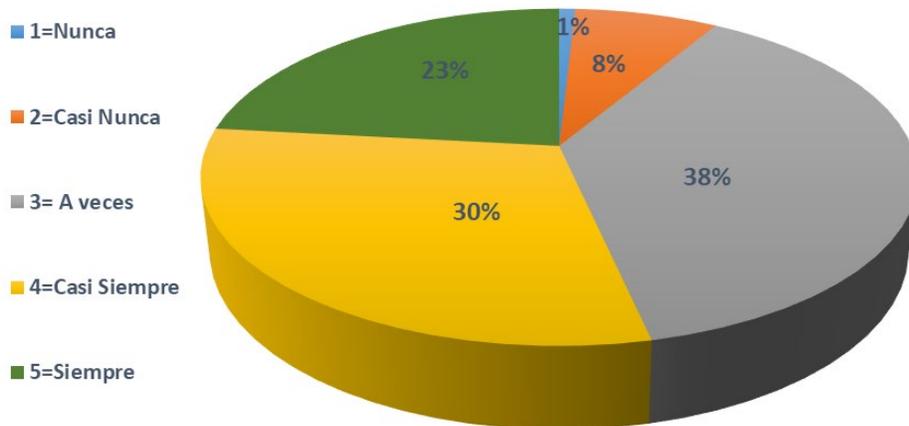


**Figura 35.** Percepción de contaminación en la época lluviosa.

### **5.3.3. Percepción de la gestión de residuos**

Es interesante conocer que más de la mitad de los encuestados asegura que existe un sistema de recolección de desechos activo. Aunque casi un 40% de los participantes reconoce que el servicio no es óptimo, puesto que los calendarios de recolección no son consistentes, y un 8% asegura que el servicio es casi inexistente. Esta variación en la respuesta puede deberse a que los circuitos de recolección varían en dependencia de los sectores del municipio, con cronogramas de recolección más frecuentes en las zonas más concurridas de la ciudad (Figura 36).

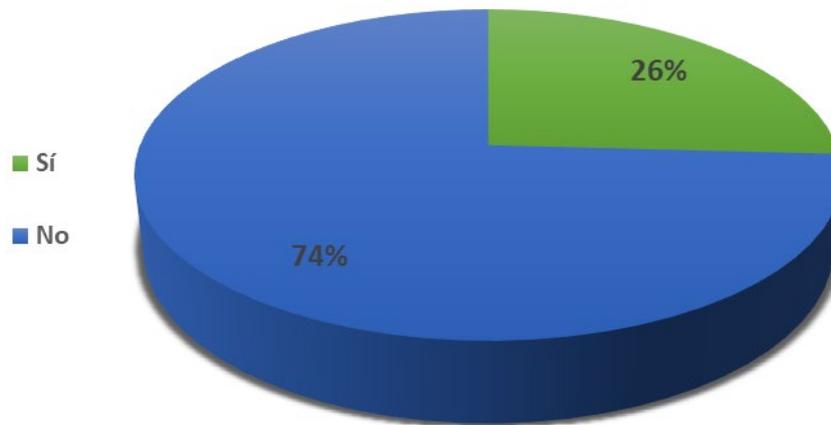
### ¿Con qué frecuencia pasa el recolector de basura por las calles adyacentes al río?



**Figura 36.** Percepción de la gestión de residuos por parte de los participantes.

La percepción de la ciudadanía sobre el manejo de residuos por parte del municipio está de acuerdo con los resultados de último censo de vivienda, en donde el 75% de la población da cuenta de que la eliminación de los desechos es mediante la recolección de basura por parte del municipio (Figura 27). Sin embargo, existe preocupación por la ausencia de contenedores para la deposición de la basura en zonas peatonales (Figura 37). Esto fue confirmado mediante los recorridos de diagnóstico realizados, en donde los se observó la improvisación por parte de la ciudadanía para instaurar contenedores provisionales (Figura 22D).

### ¿Los transeúntes tienen acceso a tachos de basura (Basureros públicos peatonales)?

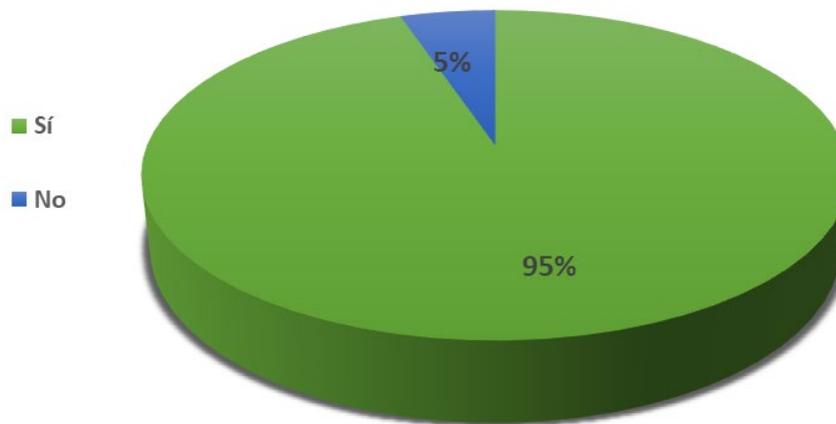


**Figura 37.** Percepción de los moradores sobre el acceso de los peatones a contenedores de basura.

#### ***5.3.4. Percepción sobre la educación ambiental de la ciudadanía***

La percepción de la ciudadanía sobre la deposición de desechos sólidos de origen antropogénico en las riberas del río Milagro, da cuenta de que la problemática tiene un componente cultural. La mayoría absoluta de encuestados, con 95%, confirmó haber observado esta práctica. Esta observación junto con la ubicación de puntos calientes en la cercanía de instituciones educativas en Milagro, sugiere que la educación ambiental es un elemento olvidado en los programas de manejo de desechos en Milagro (Figura 38).

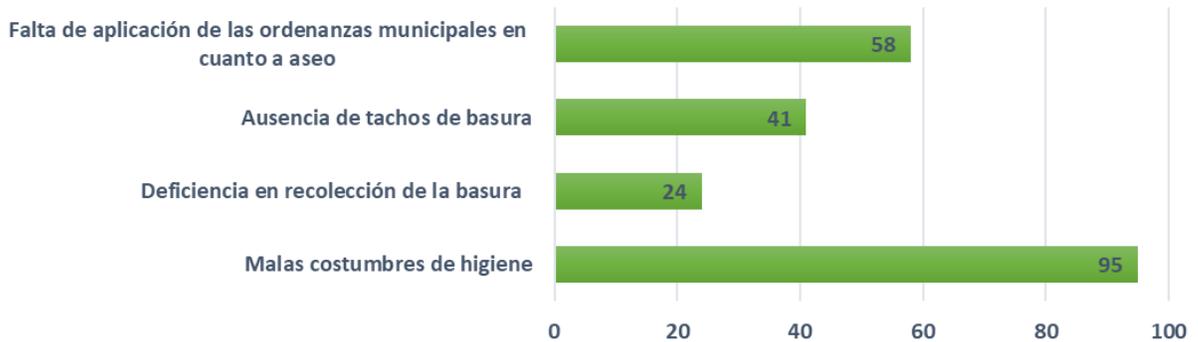
### ¿Se observa a las personas botar basura en las riberas del río Milagro?



**Figura 38.** Percepción de los moradores sobre de deposición de carga contaminante de origen antropogénico en las riberas del río Milagro.

El punto anterior se refuerza con la idea de la ciudadanía de que la falta de educación ambiental de los pobladores son la principal causal del problema de acumulación de basura en las riberas. Además, los resultados dan cuenta de otro aspecto importante que se debe analizar en un proyecto de manejo de desechos, como es el fallo en el control de las autoridades para hacer cumplir las ordenanzas municipales. Por último, los pobladores consideran que la accesibilidad a contenedores de basura y el incremento de la frecuencia de la recolección en los puntos calientes de contaminación pueden menguar el problema de acumulación de basura en las riberas del río Milagro (Figura 39).

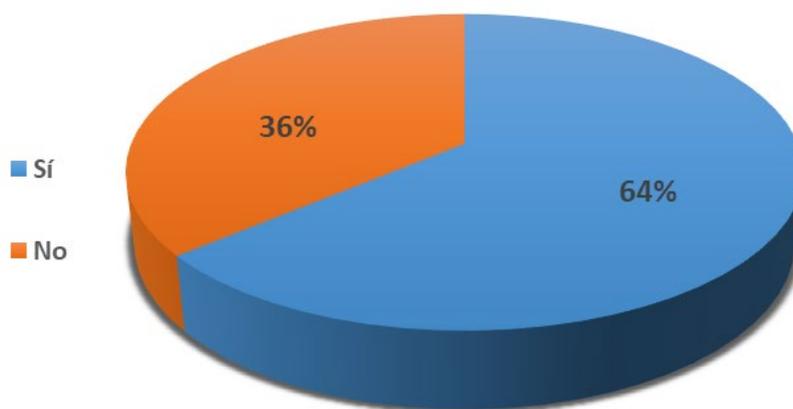
### A su criterio, los pobladores arrojan basura en las riberas y el río por:



**Figura 39.** Causales de la acumulación de basura en las riberas del río Milagro identificadas por los encuestados.

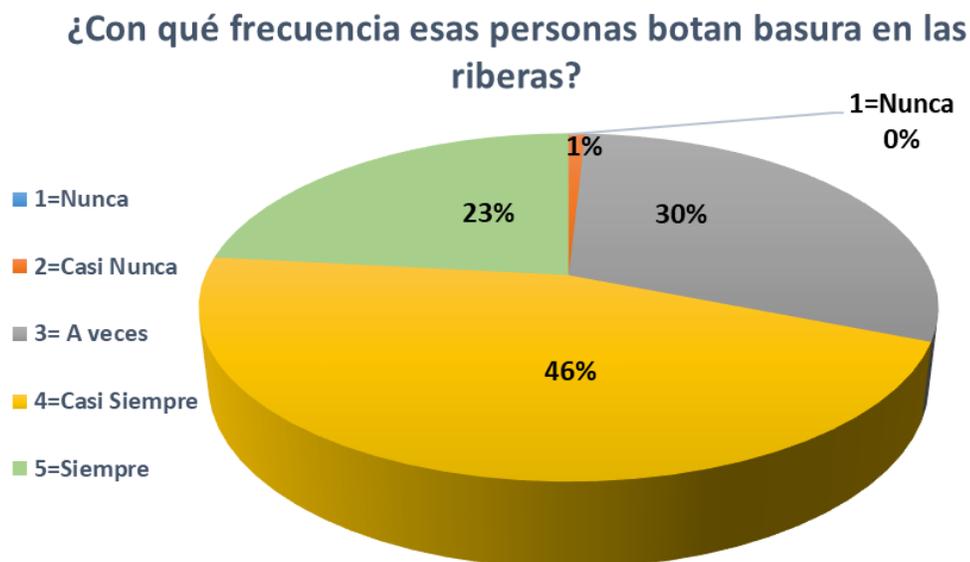
Además, el control de las autoridades para que se cumplan las ordenanzas es fundamental para evitar que personas que no viven en la zona de influencia del río Milagro depositen desechos en las riberas. Esto es de importancia puesto que los moradores de la zona de influencia han identificado que, en su mayoría, los infractores no viven en los barrios de las riberas (Figura 40).

### ¿Las personas que botan basura, son ajenas del barrio?



**Figura 40.** Identificación de los infractores por parte de los moradores de la zona de influencia del río Milagro.

Es preocupante que la frecuencia de la deposición de desechos sea frecuente. Los encuestados consideran, en un 69%, que la práctica de acumulación de basura en las riberas es frecuente (Figura 41). Esta observación hace pensar que un mecanismo para evitar la acumulación de desechos es el monitoreo frecuente, ya sea por cámaras de vigilancia o mediante la creación de una institución que se encargue de hacer cumplir las ordenanzas.

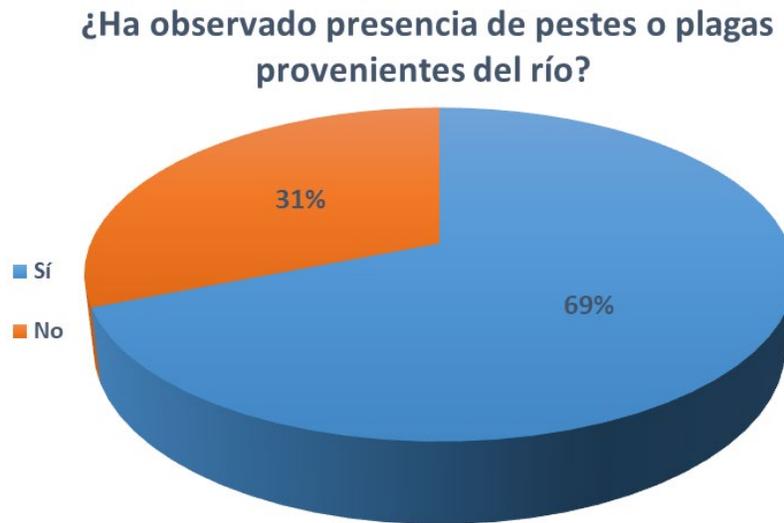


**Figura 41.** Percepción de los encuestados sobre la frecuencia de la deposición de desechos en las riberas del río Milagro.

### **5.3.5. Percepción sobre los efectos de la acumulación de desechos**

La mayoría de los encuestados ha asociado a la acumulación de desechos en las riberas con la presencia de plagas (Figura 42). De entre las plagas identificadas destacan los roedores como ratas y ratones, los mosquitos transmisores de enfermedades como el dengue, y otros insectos como cucarachas (Figura 43). Así mismo, casi el 60% de los encuestados asegura haber avistado dichas plagas (Figura 44), lo que implica un alto riesgo para la salud y calidad de vida en general de los habitantes. La presencia de los roedores y las cucarachas obedece a la disponibilidad de residuos alimenticios en los recipientes desechables utilizados para el expendio de alimentos que los habitantes arrojan

a las riberas. Los mosquitos a menudo se proliferan en las aguas acumuladas en los contenedores de plástico acumulados en las riberas.

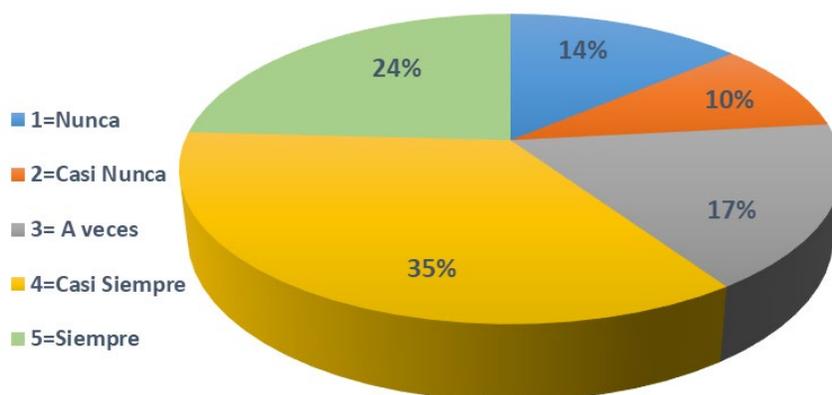


**Figura 42.** Percepción de los encuestados sobre el efecto de la acumulación de desechos en las riberas del río Milagro.



**Figura 43.** Principales plagas identificadas por los encuestados que se proliferan a causa de la acumulación de desechos en las riberas de los ríos.

### ¿Con qué frecuencia ha observado las plagas?

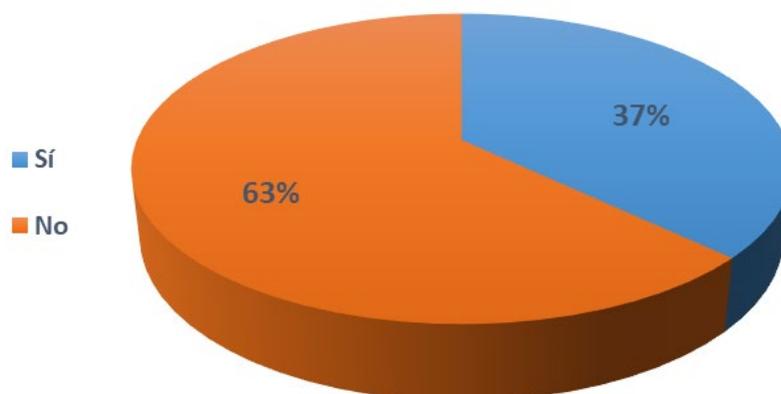


**Figura 44.** Frecuencia del avistamiento de plagas asociadas a la acumulación de desechos en las riberas del río Milagro.

#### 5.3.6. *Percepción sobre el manejo del problema por parte del municipio*

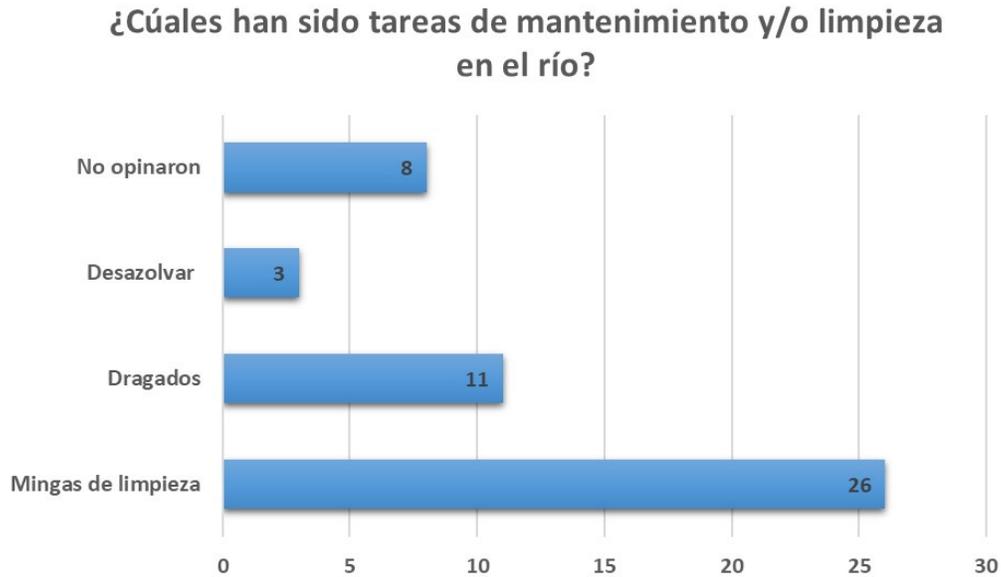
La mayoría de los encuestados da cuenta del descuido del gobierno local con respecto al cuidado y mantenimiento del río Milagro y sus riberas (Figura 45). Este resultado es preocupante debido a que el gobierno municipal es el encargado, constitucionalmente, de garantizar un acceso efectivo de los habitantes a las riberas del río.

### ¿Conoce si existen tareas de mantenimiento y/o limpieza en el río?



**Figura 45.** Percepción de los encuestados sobre el cuidado y mantenimiento del río por parte de las autoridades locales.

De entre los encuestados que constataron que han existido labores de limpieza, la mayoría asegura que estas son iniciativas ciudadanas y en menor medida, dragados y labores de desazolve (Figura 46). Sin embargo, el problema es recurrente por los puntos mencionados anteriormente.

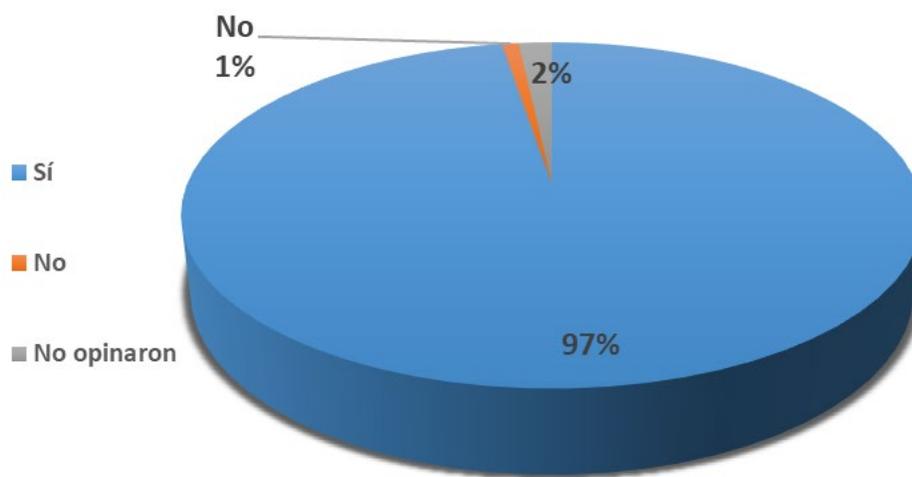


**Figura 46.** Tipos de medidas para el mantenimiento del río y sus riberas

### ***5.3.7. Sugerencias ciudadanas para el rescate del río y sus riberas***

La mayoría absoluta de los encuestados creen que es hora de incorporar al río del paisaje como elemento principal del paisaje urbano, mediante un proyecto serio de urbanización (Figura 47). El río Milagro es parte de la identidad de la ciudad y su estado de conservación es crítico, perjudicando el paisaje y con ello, directamente, la calidad de vida de los habitantes.

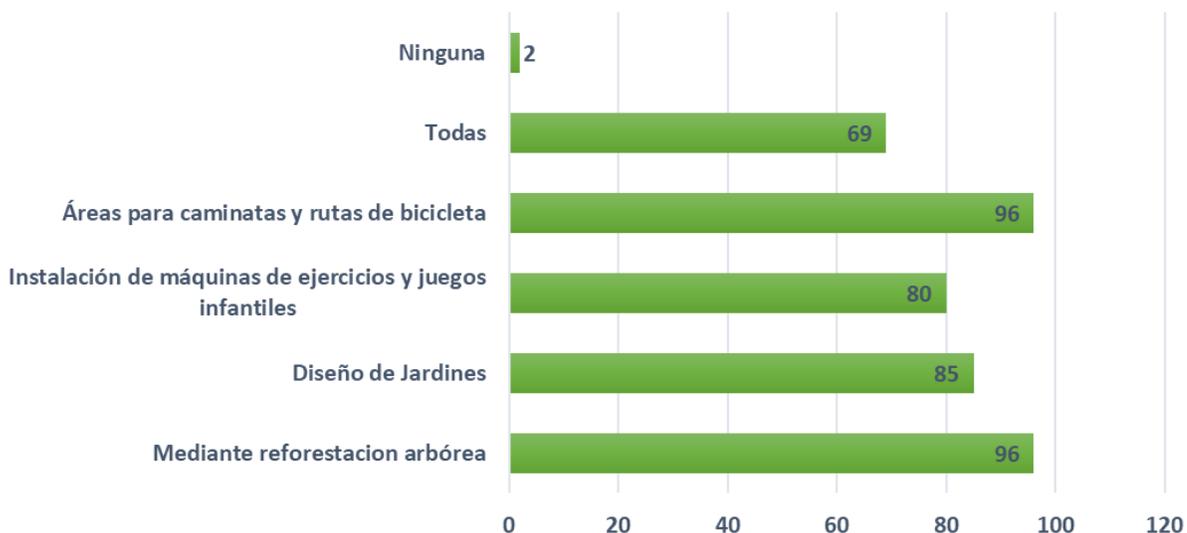
### ¿Cree que debe integrarse el río a un proyecto urbanístico del cantón?



**Figura 47.** Los encuestados sugieren que el río debe posicionarse como elemento principal del paisaje urbano de la ciudad y como tal debe incorporarse en los proyectos urbanísticos de la ciudad.

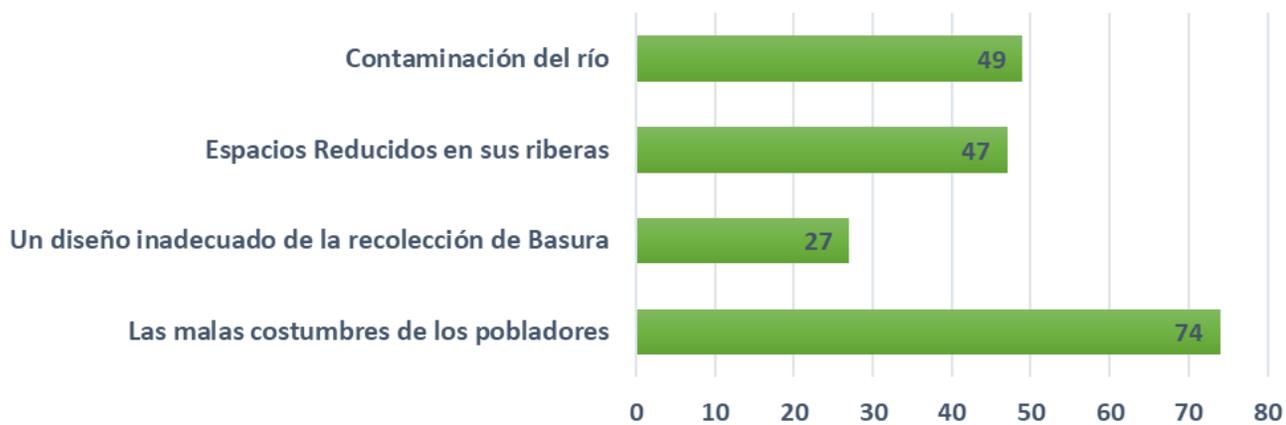
Las ideas de la ciudadanía son variadas, y este trabajo nos permitió rescatar algunas de ellas. Entre las más importantes están la reforestación de las riberas con especies arbustivas y herbáceas autóctonas, y la construcción de un área de malecón que permita a la ciudadanía aprovechar el paisaje, y de áreas de esparcimiento (Figura 48). Sin embargo, existe negatividad sobre si estas medidas pueden llegar a implementarse debido principalmente a la falta de educación ambiental de los pobladores (Figura 49).

### A su juicio, ¿De qué manera debe integrarse el río a un proyecto urbanístico?



**Figura 48.** Medidas para el mejoramiento del paisaje fluvial urbano sugeridas por los encuestados.

### ¿Cuál es la mayor dificultad para integrar al río a un proyecto urbanístico?



**Figura 49.** Causales que impiden el mejoramiento del paisaje fluvial, identificadas por los encuestados.

#### **5.4. Análisis de los resultados**

La información recopilada en la literatura y recortes de prensa, dan cuenta de la evolución del deterioro del estado de conservación del río Milagro desde finales del siglo pasado. El paisaje fluvial, sobre todo urbano, ha cambiado drásticamente de ser un eje principal del comercio, transporte y esparcimiento a ser un elemento secundario que se ha intentado rescatar sin éxito por parte de las autoridades gubernamentales. El crecimiento exponencial de la población de Milagro tiene su origen en la creación del ingenio azucarero Valdez, que atrajo habitantes de sectores aledaños, especialmente a sus fundadores desde finales del siglo XIX e inicios del siglo XX. Milagro registra un crecimiento poblacional de más de 150 mil habitantes desde mediados del siglo XX, lo que sugiere que el crecimiento poblacional ha contribuido al deterioro del paisaje fluvial.

Los recortes de prensa dan cuenta de los esfuerzos periódicos de los gobiernos locales por limpiar las aguas de los ríos cuando la acumulación de desechos es obvia. Sin embargo, ninguna medida paliativa se ha sostenido en el tiempo ni ha solucionado la problemática del deterioro del paisaje que principalmente se da por la excesiva deposición y acumulación de desechos sólidos de origen antropogénico en las riberas del río. Un recorrido de inspección nos permitió observar que existen letreros sobre multas potenciales a los infractores y de concienciación ambiental. Sin embargo, no existen los mecanismos institucionales para hacer cumplir las ordenanzas que se han creado para “salvar al río” y garantizar el acceso efectivo de los habitantes a sus riberas, una competencia constitucional de los municipios. Los recorridos también nos permitieron determinar que las estrategias de mitigación están mal planificadas y no han sido consultadas con la ciudadanía. Se puede observar la falta de contenedores de desechos a lo largo del río para incentivar a los moradores a no depositar desechos en las riberas, más bien, existe iniciativa ciudadana al respecto, en cuanto contenedores improvisados pudieron ser avistados con frecuencia. Esto en parte genera un clima de desconfianza en la ciudadanía sobre la importancia que el gobierno municipal le otorga al principal afluente de la ciudad. Esta desincronización con la ciudadanía también se ve reflejada en el diseño y ubicación de tres contenedores que no son funcionales, los desechos no se vacían

con frecuencia y su capacidad es mínima provocando una excesiva acumulación de desperdicios. Es imperante la remoción de estos muros de cemento y la instalación de nuevos contenedores y en mayor número, eso sí, que estén en capacidad de satisfacer las necesidades de los habitantes de la zona (Figura 50).



**Figura 50.** Ejemplo de contenedores a disposición de transeúntes en el tramo de malecón del río Milagro. Los contenedores no son funcionales y los desperdicios se acumulan con frecuencia.

Si bien es cierto, la gravedad del problema se da en parte por la planeación pobre, la falta de participación ciudadana en la toma de decisiones y la inexistente

política para hacer cumplir la ley; el problema del deterioro del paisaje fluvial parece tener sus raíces en la falta de educación ambiental de sus ciudadanos. Las inspecciones visuales permitieron avistar conexiones improvisadas para el desecho de sólidos orgánicos, neumáticos, materiales de construcción y una gran cantidad de contenedores plásticos que son comúnmente usados para el expendio de comida callejera. Este problema es más complejo y sugiere la necesidad de la implementación de escuelas de formación ambiental para educar a la ciudadanía sobre la importancia del paisaje fluvial urbano en el buen vivir de las personas.

Por otro lado, se implementó un índice de contaminación de riberas para cuantificar la problemática de contaminación de riberas a lo largo del río Milagro. El ICR nos permitió crear un mapa de puntos calientes de contaminación que puede ser utilizado por las autoridades responsables para planear planes de mitigación más efectivos. Se pudo determinar que el paisaje fluvial más afectado es el urbano, comparado con el industrial, agro-residencial y agrícola. Es interesante, porque parece obvio, que los puntos calientes de contaminación estén en las avenidas principales 17 de septiembre y Carlos Julio Arosemena, sitios de alta actividad económica y con abundante tráfico de estudiantes de primaria y secundaria. Estos puntos geográficos requieren especial atención para mitigar el deterioro del paisaje.

Finalmente, la percepción de la ciudadanía corrobora lo observado en los recorridos de campo y análisis de datos. La ciudadanía percibe un deterioro acelerado del paisaje dado por la falta de educación ambiental de los pobladores y descuido de las autoridades, en donde el deterioro está acompañado de la presencia de plagas que ponen en riesgo la salud de los habitantes.

### **5.5. Propuesta de mejora**

El deterioro del paisaje fluvial urbano en Milagro, da cuenta de la pobre calidad de vida de sus habitantes. Esto, debido a que el estado del paisaje está dado por el equilibrio e relación entre sus elementos, en donde el río y sus riberas son el elemento principal. Además, la contaminación de las riberas en el río Milagro y otros afluentes que forman parte del río Guayas, es arrastrada por la escorrentía y depositada en el

mar, causando una acumulación de desechos que afectan la vida marina. Por ejemplo, se ha estimado que un 2.8 millones de toneladas de plástico en los océanos proviene de la contaminación de las riberas de los ríos (Schmidt et. al., 2017, Rech et. al., 2014), por lo que el problema tiene una gran magnitud.

En este sentido y en base a este trabajo de tesis, se proponen los siguientes ejes de trabajo para un plan de manejo ambiental de las riberas del río Milagro:

- Educación ambiental
- Vigilancia ambiental
- Eficiencia en el manejo de desechos

#### **5.5.1. Educación ambiental**

La información recopilada en este trabajo da cuenta de la necesidad urgente de la implementación de mecanismos de educación ambiental de los habitantes. Este apartado no solo propone la creación de escuelas de educación ambiental, sino también la creación de una red de unidades educativas para la educación ambiental. La educación ambiental en Milagro tiene como objetivos:

- Educar a los habitantes de Milagro sobre la importancia del paisaje fluvial en la calidad de vida de las personas.
- Educar a los habitantes sobre los efectos negativos del deterioro del paisaje sobre la salud y bienestar de los ciudadanos.
- Educar a los habitantes sobre la regulación local ambiental que existe en la ciudad.
- Integrar a la ciudadanía como elemento del paisaje fluvial mediante la organización de asociaciones para el cuidado del río.

La importancia de este programa es de carácter social económico y ambiental:

- En lo social, se espera crear una relación armoniosa entre la comunidad y el paisaje.

- En lo económico se busca que la solución sea sostenible y que el paisaje fluvial brinde espacios de esparcimiento que promuevan la actividad económica responsable.
- En lo ambiental, se busca reducir la carga contaminante, presencia de plagas, y contribuir a la disminución de contaminantes plásticos en los océanos.

El coordinador de este programa de acción ecológica debe ser el gobierno autónomo descentralizado de Milagro, como garante constitucional de un acceso efectivo a las riberas del río. Sin embargo, se espera la contribución de otros actores de gestión.

- GAD municipal
- GAD provincial
- Comités barriales
- Organizaciones políticas
- Organizaciones ambientales

Los indicadores del éxito de la implementación de este programa resultarán en:

- Colectividad consiente de la importancia del afluente.
- Habitantes vigilantes y conocedores de los efectos de la contaminación.
- Ciudadanos conocedores de la normativa legal respecto al cuidado del río.
- Se espera un incremento inicial en la recaudación de multas que al finalizar un ciclo del programa de educación ambiental, debe reducirse progresivamente.

### **5.5.2. Vigilancia ambiental**

La negativa de algunos moradores para aceptar el cambio e implementación de medidas correctivas que busquen apalear el deterioro del

paisaje, serán un impedimento y causa de fracaso. En este sentido, se plantea la creación de la agencia municipal del ambiente. Una institución análoga a la agencia de tránsito que vela por el cumplimiento de las leyes de tránsito. La creación de esta agencia debe estar coordinada con los municipios aledaños que se vean identificados con la problemática discutida en este trabajo. Los objetivos de la vigilancia ambiental son:

- Hacer cumplir las ordenanzas municipales sobre el cuidado del ambiente, mediante la sanción económica de los infractores. La infracción recurrente debe resultar en el enrolamiento forzado del infractor en una escuela ambiental.
- Monitorear periódicamente el estado de contaminación de las riberas para la toma de decisiones.

La importancia de este programa es de carácter social y ambiental:

- En lo social, se espera educar a los infractores mediante la penalización. Aunque el cobro de multas implica una recaudación monetaria por parte del municipio, este no debe ser el objetivo final de la ordenanza. Se espera una recolección de multas acelerada al inicio de la implementación del programa que con el tiempo se estabilizará.
- En lo ambiental, se busca reducir la carga contaminante en las riberas.

El coordinador de este programa de será gobierno autónomo descentralizado de Milagro. Sin embargo, este deberá garantizar la autonomía de la agencia municipal del ambiente para garantizar su carácter apolítico.

- GAD municipal
- GAD provincial
- Comités barriales
- Agencia municipal del ambiente

Los indicadores del éxito de la implementación de este programa resultarán en:

- Reducción de la carga contaminante en los ríos.
- Recaudación de multas como indicador.
- Ciudadanía consiente de la normativa ambiental.

### **5.5.3. Manejo de desechos eficiente**

La información recopilada en este trabajo nos permitió determinar que el manejo de desechos en la zona de influencia del río Milagro deber ser diferenciado en función del mapa de puntos calientes de contaminación. Se deber prestar atención principal a la zona comercial de la avenida 17 de septiembre y la zona con alto flujo de peatones provenientes de escuelas y colegios. El GAD municipal debe instalar contenedores de desechos estratégicamente con base a información técnica. Estos contenedores deber ser pensados en la demografía de la zona y la frecuencia de recolección deber ser diferenciada, con los puntos calientes de contaminación requiriendo una recolección más frecuente.

## Capítulo VI: Conclusiones

Además del boom de la industria azucarera, el crecimiento poblacional acelerado en la ciudad de Milagro ha derivado en un detrimento progresivo del paisaje fluvial, que es causado principalmente por la acumulación de desechos en las riberas. La información bibliográfica recopilada da cuenta de que el problema persiste desde finales del siglo XX.

El uso de un índice de contaminación de riberas (ICR) permitió la elaboración de un mapa de puntos calientes de contaminación que permitieron identificar exitosamente los puntos geográficos más afectados.

Los recorridos de campo y la percepción ciudadana coinciden en que la gestión de residuos por parte del gobierno local es ineficiente. Sin embargo, la persistencia del problema parece tener raíces en la falta de educación ambiental de la ciudadanía. Se ha identificado que se requieren estrategias de tipo estructural como la remodelación e incremento del número de contenedores de basura, y la estandarización de los cronogramas de recolección. Se concluye que las obras de limpieza, aunque ayudan a mejorar el paisaje temporalmente, no son la solución definitiva al problema de contaminación de las riberas. Los moradores deben improvisar contenedores de basura o gestionar la eliminación de sus desechos de manera independiente, lo que puede tornarse caótico. Además, de deben tomar las medidas paliativas en función de la dinámica de la contaminación a lo largo del río. Un mapa de puntos calientes sugirió que los puntos geográficos muy concurridos y con alta actividad comercial son los más afectados por lo que requieren un manejo especial.

Se reconoce los esfuerzos del gobierno por crear políticas para la mitigación de la contaminación, sin embargo, el cumplimiento de estas medidas no está garantizado, por lo que deben revisar las estrategias institucionales planteadas hasta la fecha. Además, se deben establecer indicadores claros para reforzar o eliminar políticas según sus resultados. Para el cumplimiento de las ordenanzas, se requiere de la creación de instituciones, esto con el fin de evitar que la política se extinga con el cambio de las autoridades locales.

## Bibliografía

- Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos – EPA. (2020). *La importancia de la educación ambiental*. Consultado el 20 de mayo del 2020. Disponible en: <https://espanol.epa.gov/espanol/la-importancia-de-la-educacion-ambiental>
- Aguilar Ibarra, A., y Pérez Espejo, R. H. (2008). La contaminación agrícola del agua en México: retos y perspectivas. *Problemas del desarrollo*, 39(153), 205-215.
- Arévalo M. (2017). *Malos ciudadanos atentan contra Milagro*. Disponible en: <https://www.elmilagreno.com.ec/index.php/2017/04/05/malos-ciudadanos-atentan-contramilagro/>
- Armitage, P. D., Moss, D., Wright, J. F., & Furse, M. T. (1983). The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites. *Water Research*, 17(3), 333-347.
- Asociación Mundial para el Agua -GWA, y Red Internacional de Organismos - INBO. (2009). *Manual para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos en Cuencas*. Consultado el 31 de mayo del 2020. Disponible en: [https://www.riob.org/IMG/pdf/RIOC\\_GWP\\_Manual\\_para\\_la\\_gestion\\_integrada.pdf](https://www.riob.org/IMG/pdf/RIOC_GWP_Manual_para_la_gestion_integrada.pdf)
- Balarezo-Pinos, D., y Rodríguez-Barcia, R. (2008). *Breve Síntesis Histórica del Cantón Milagro*. *Identidad* (5):1. Disponible en: <https://historiacantonmilagro.files.wordpress.com/2010/01/pp-3da-edicic3b3n.pdf>
- Basanta, R., Delgado, M. G., Martínez, J. C., Vázquez, H. M., & Vázquez, G. B. (2007). Sostenibilidad del reciclaje de residuos de la agroindustria azucarera: Una revisión sustainable recycling of waste from sugarcane agroindustry: A review. *CYTA-Journal of Food*, 5(4), 293-305.
- Cárdenas, M. (2013). *Calidad de las aguas de los cuerpos hídricos de la provincia del Guayas mediante el uso de macroinvertebrados acuáticos registrados durante noviembre de 2012 y marzo de 2013*. Reporte de Proyecto: Prefectura del Guayas, Guayaquil, Ecuador. Pp 86.

- Carling, G. T., Diaz, X., Ponce, M., Perez, L., Nasimba, L., Pazmino, E., ... & Johnson, W. P. (2013). Particulate and dissolved trace element concentrations in three southern Ecuador rivers impacted by artisanal gold mining. *Water, Air, & Soil Pollution*, 224(2), 1415.
- Chauvet, E., & Decamps, H. (1989). Lateral interactions in a fluvial landscape: the River Garonne, France. *Journal of the North American Benthological Society*, 8(1), 9-17.
- Centro Ibérico de Restauración Fluvial. (2010). *El CIREF sostiene que los dragados no son la solución al problema de las inundaciones*. Consultado el 15 de agosto del 2020. Disponible en: [cirefluvial.com/noticias\\_ver.php?id=11#:~:text=Los%20dragados%20causan%20efectos%20muy,los%20procesos%20de%20erosión%20y](http://cirefluvial.com/noticias_ver.php?id=11#:~:text=Los%20dragados%20causan%20efectos%20muy,los%20procesos%20de%20erosión%20y)
- Convención Europea del Paisaje. (2000). *Convenio Europeo del Paisaje*. Consultado el 15 de agosto del 2020. Disponible en: [https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/planes-y-estrategias/desarrollo-territorial/090471228005d489\\_tcm30-421583.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/planes-y-estrategias/desarrollo-territorial/090471228005d489_tcm30-421583.pdf)[https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/planes-y-estrategias/desarrollo-territorial/090471228005d489\\_tcm30-421583.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/planes-y-estrategias/desarrollo-territorial/090471228005d489_tcm30-421583.pdf)
- Comisión de estudios para el desarrollo de la cuenca de río Guayas – Cedegé. (1983). *Plan regional integrado de la cuenca del río guayas y la península de Santa Elena- Propuesta del plan hidráulico regional. Tomo II: Subcuenca Babahoyo*. Guayas, Ecuador. Pp 45. Disponible en: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/29893/S30924E16PHRvol2\\_es.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/29893/S30924E16PHRvol2_es.pdf?sequence=2&isAllowed=y)
- Comisión económica para América Latina y el Caribe -CEPAL. (2012). *Diagnóstico de las estadísticas del agua en Ecuador*. Consultado en línea el 22 de mayo del 2020. Disponible en: <https://aplicaciones.senagua.gob.ec/servicios/descargas/archivos/download/Diagnostico%20de%20las%20Estadisticas%20del%20Agua%20Producto%20IIc%202012-2.pdf>

- Concejo Nacional de Competencias -CNC. (2016). *Informe de resultados: Mesas Técnicas Territoriales de Descentralización*. 1era edición. Comunicación social CNC. Quito-Ecuador. Pp 138.
- Corporación Eléctrica del Ecuador -CELEC. (2010). *Informe de Auditoría Ambiental*. Consultado el 20 de mayo del 2020. Disponible en: [https://www.celec.gob.ec/transelectric/images/stories/baners\\_home/AA/cap7\\_It\\_milagro\\_machala.pdf](https://www.celec.gob.ec/transelectric/images/stories/baners_home/AA/cap7_It_milagro_machala.pdf)
- Counter, S. A., Buchanan, L. H., Ortega, F., & Laurell, G. (2002). Elevated blood mercury and neuro-otological observations in children of the Ecuadorian gold mines. *Journal of Toxicology and Environmental Health Part A*, 65(2), 149-163.
- Da Ros, G. (1995). *La contaminación de aguas en Ecuador: una aproximación económica*. Editorial Abya Yala: Quito, Ecuador. Pp. 206.
- Di, M., y Wang, J. (2018). Microplastics in surface waters and sediments of the Three Gorges Reservoir, China. *Science of the Total Environment*, 616, 1620-1627.
- Ecured. (2018). *Cantón Milagro (Ecuador)*. Disponible en: [https://www.ecured.cu/Cant%C3%B3n\\_Milagro\\_\(Ecuador\)](https://www.ecured.cu/Cant%C3%B3n_Milagro_(Ecuador))
- El Universo. (2020). *Prefecta Susana González ofrece ver en qué estado va proceso para dragado del río Guayas*. Consultado el 20 de agosto del 2020. Disponible en: <https://www.eluniverso.com/guayaquil/2020/06/30/nota/7889406/prefecta-susana-gonzalez-ofrece-ver-que-estado-va-proceso-dragado>
- Escobar, J. (2002). *La contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras y el mar*. CEPAL: División de Recursos Naturales e Infraestructura. Santiago de Chile: Chile. Pp 68.
- Fernández-Ronquillo, M. Fernández-Solís, T. y Solís-Beltrán, G. 2016. Percepción de la población sobre los niveles de contaminación ambiental del Río Milagro y grado de conocimiento preventivo social sobre el efecto de su carga contaminante. *Ciencia UNEMI*. 9 (21). Pp. 125 – 134.

- Fernández, K. (2020). *¡Inició la campaña “guardianes del río” en Milagro!* Disponible en: [milagro.gob.ec/2020/03/inicio-la-campana-guardianes-del-rio-en-milagro/](http://milagro.gob.ec/2020/03/inicio-la-campana-guardianes-del-rio-en-milagro/)
- Fondo Nacional del Agua -FONAG. (2009). *Plan de manejo integrado de los recursos hídricos en la cuenca alta del río Guayllabamba*. Consultado el 31 de mayo del 2020. Disponible en: <http://www.fonag.org.ec/aguafondo/pmrhg050110.pdf>
- Garcés, M. V., Medina, J. A. C., & Revelo, Z. L. C. (2017). Determinación de bioindicadores y protocolos de la calidad de agua en el embalse de la Central Hidroeléctrica Baba. *Dominio de las Ciencias*, 3(3), 628-646.
- García-Ávila, F., Ramos-Fernández, L., Pauta, D., y Quezada, D. (2018). Evaluation of water quality and stability in the drinking water distribution network in the Azogues city, Ecuador. *Data in brief*, 18, 111-123.
- Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón San Francisco de Milagro (GAD Milagro), 2013. *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial*.
- Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón San Francisco de Milagro (GAD Milagro). 2015. *Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón San Francisco de Milagro*. Pp 430.
- Gutiérrez-Gregoric, Diego E.; Vogler, Roberto E. (2010). Riesgo de establecimiento del gasterópodo dulceacuícola invasor *Melanooides tuberculatus* (Thiaridae) en el Río de la Plata (Argentina-Uruguay). *Revista mexicana de biodiversidad*, vol. 81, no 2, p. 573-577.
- Hawkes, H. A. (1998). Origin and development of the biological monitoring working party score system. *Water research*, 32(3), 964-968.
- Hijmans, R. J., L. Guarino, C. Bussink, P. Mathur, M. Cruz, I. Barrientes, and E. Rojas. (2004). DIVA-GIS. Vsn. 5.0. *A geographic information system for the analysis of species distribution data*. Manual disponible en <http://www.diva-gis.org>.
- INEC 2010. *Población y Demografía*. Disponible en: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM. (2009). *Metodología para la evaluación aproximada de la carga contaminante*. Consultado

el 30 de mayo del 2020. Disponible en: [http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/021117/Carga\\_Organica.pdf](http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/021117/Carga_Organica.pdf).

- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología -INAMHI. (2009). *Caracterización Hidrogeológica de la Zona Sur de la Cuenca Baja del Río Guayas*. Consultado el 30 de agosto del 2020. Disponible en: [https://issuu.com/inamhi/docs/estudiohidrogeologico\\_quayas\\_inamhi](https://issuu.com/inamhi/docs/estudiohidrogeologico_quayas_inamhi).
- Jan, S., Rashid, B., Azooz, M. M., Hossain, M. A., y Ahmad, P. (2016). *Genetic Strategies for Advancing Phytoremediation Potential in Plants*. In *Plant Metal Interaction* (pp. 431–454). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803158-2.00017-5>.
- Kiessling, T., Knickmeier, K., Kruse, K., Brennecke, D., Nauendorf, A., y Thiel, M. (2019). Plastic Pirates sample litter at rivers in Germany—Riverside litter and litter sources estimated by schoolchildren. *Environmental pollution*, 245, 545-557.
- Kühn S., Bravo Rebolledo E.L., van Franeker J.A. (2015) *Deleterious effects of litter on marine life* M. Bergmann, L. Gutow, M. Klages (Eds.), *Marine Anthropogenic Litter*, Springer, Berlin.
- Langergraber, G., y Muellegger, E. (2005). Ecological Sanitation—a way to solve global sanitation problems? *Environment international*, 31(3), 433-444.
- Lasso Velarde, A. K. (2018). *Diseño de un sistema de alerta temprana para la prevención de la población frente a inundaciones en el cantón Milagro*. Tesis de pregrado, PUCE, Quito, Ecuador.
- Levy, K., Nelson, K. L., Hubbard, A., y Eisenberg, J. N. (2012). Rethinking indicators of microbial drinking water quality for health studies in tropical developing countries: case study in northern coastal Ecuador. *The American journal of tropical medicine and hygiene*, 86(3), 499-507.
- Mani, T., Hauk, A., Walter, U., y Burkhardt-Holm, P. (2015). Microplastics profile along the Rhine River. *Scientific reports*, 5(1), 1-7.
- McCormick, A. R., y Hoellein, T. J. (2016). Anthropogenic litter is abundant, diverse, and mobile in urban rivers: Insights from cross-ecosystem analyses using

ecosystem and community ecology tools. *Limnology and Oceanography*, 61(5), 1718-1734.

- Ministerio de Industrias y productividad -MIP. (2018). *Caracterización de la Provincia del Guayas: Cifras del cantón Milagro*. Consultado el 20 de mayo del 2020. Disponible en: [http://www.inteligenciaproductiva.gob.ec/archivos/datos\\_caracterizacion\\_por\\_provincia/caracterizacion\\_de\\_la\\_provincia\\_de\\_guayas\\_canton\\_milagro.pdf](http://www.inteligenciaproductiva.gob.ec/archivos/datos_caracterizacion_por_provincia/caracterizacion_de_la_provincia_de_guayas_canton_milagro.pdf).
- Moncayo-Vives G.A. (2020). Participación ciudadana y politización institucional: veinte años de un dicotómico quinto poder en Ecuador. *Coyuntura*, 11(2), 119-134.
- Moore C.J., Lattin G.L., Zellers A.F. (2011). Quantity and type of plastic debris flowing from two urban rivers to coastal waters and beaches of Southern California. *Journal of Integrated Coastal Zone Management*, 11, pp. 65-73.
- Morocho-López, D. R. (2016). *Variaciones de las concentraciones de especies inorgánicas del sistema hidrográfico del río Milagro, en el cantón Milagro, en función de la pluviosidad*. Tesis: Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador. Pp 155.
- Muralikrishna, I. V., y Manickam, V. (2017). *Chapter One—Introduction*. In I. V. Muralikrishna y V. Manickam (Eds.), *Environmental Management* (pp. 1–4). Butterworth-Heinemann. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811989-1.00001-4>.
- Musso, T. B., Pettinari, G., Parolo, M. E., & Mesquín, L. (2017). Arcillas esmectíticas de la Región Norpatagónica Argentina como barreras hidráulicas de rellenos sanitarios y agentes de retención de metales pesados. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 33(1), 141-152.
- Novotny, V. (1999). Diffuse pollution from agriculture-a worldwide outlook. *Water Science & Technology*, 39(3), 1-13.
- Pachi L.A. (2009). La efectiva implementación de la participación ciudadana. *La Tendencia*, 1(1), 73-78.
- Pourrut P. (1997). *Características hidrográficas e hidrológicas de los grandes ámbitos morfoclimáticos del Ecuador*. En: Winckell Alain (Ed.). *Geografía básica del Ecuador*. Quito (ECU); Quito: CEDIG; IPGH, 87-96.

- Prefectura del Guayas. 2013. *Calidad de las aguas de los cuerpos hídricos de la provincia del Guayas, mediante el uso de macroinvertebrados acuáticos registrados durante noviembre de 2012 y marzo de 2013.*
- Rech, S., Macaya-Caquilpán, V., Pantoja, J. F., Rivadeneira, M. M., Jofre Madariaga, D., y Thiel, M. (2014). Rivers as a source of marine litter—A study from the SE Pacific. *Marine Pollution Bulletin*, 82, 66–75. doi:10.1016/j.marpolbul.2014.03.019.
- Rotger, D. (2017). Paisaje fluvial y planificación del territorio. Perspectivas de integración en la Región Metropolitana de Buenos Aires. *Revista de Urbanismo*, 37, 1-15. <https://doi.org/10.5354/0717-5051.2017.47085>.
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo –Senplades. (2014). *Agua potable y alcantarillado para erradicar la pobreza en el Ecuador*. Reporte: Quito, Ecuador. Pp 120.
- Schmidt C., Krauth T., Wagner S. (2017) Export of plastic debris by rivers into the sea. *Environ. Sci. Technol.*, 51, pp. 12246-12253.
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo -SENPLADES. (2014). *Ficha Socioeconómica del cantón Milagro*. Consultado el 20 de mayo del 2020. Disponible en: [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/Portal%20SNI%202014/FICHAS%20F/0910\\_MILAGRO\\_GUAYAS.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/Portal%20SNI%202014/FICHAS%20F/0910_MILAGRO_GUAYAS.pdf)
- Sorgato V. (2017). *Muestras de agua de los ríos del país ponen en alerta sobre la contaminación*. Consultado en línea el 20 de mayo del 2020. Disponible en: <https://www.elcomercio.com/tendencias/muestras-laboratorio-rios-alerta-contaminacion.html>.
- Thompson R.C., Moore C.J., vom Saal F.S., Swan S.H. (2009). Plastics, the environment and human health: current consensus and future trends. *Philos T Roy Soc B* 364, pp. 2153-2166.
- UN Habitat. (2003). *Water and Sanitation in the World's Cities: Local Action for Global Goals London: Earthscan*.
- QGIS Development Team (2020). *QGIS Geographic Information System*. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>.

- Villegas, F. Torres L. Coka, J. y Minchala, R. (2018): “Análisis de la contaminación ambiental y sus repercusiones en la ciudad de Milagro – Ecuador”, *Revista Caribeña de Ciencias Sociales* (noviembre 2018). En línea: <https://www.eumed.net/rev/caribe/2018/11/contaminacion-ambiental-ecuador.html>  
[//hdl.handle.net/20.500.11763/caribe1811contaminacion-ambiental-ecuador](https://hdl.handle.net/20.500.11763/caribe1811contaminacion-ambiental-ecuador).
- Weber, J. T., Mintz, E. D., Canizares, R., Semiglia, A., Gomez, I., Sempertegui, R., y Tenover, F. C. (1994). Epidemic cholera in Ecuador: multidrug–resistance and transmission by water and seafood. *Epidemiology & infection*, 112(1), 1-11.
- Wilson, C., Clarke, R., D'Arcy, B. J., Heal, K. V., y Wright, P. W. (2005). Persistent pollutants urban rivers sediment survey: implications for pollution control. *Water Science and Technology*, 51(3-4), 217-224.

# Anexos

## Anexo 1. Encuesta Digital

|   |  |
|---|--|
| Fecha y hora de la encuesta virtual (DD/MM/AAAA): |  |
|---|--|

### 1.- Género

|          |  |           |  |
|----------|--|-----------|--|
| Femenino |  | Masculino |  |
|----------|--|-----------|--|

### 2.-Rango de edad del encuestado

|            |  |
|------------|--|
| 16-25 años |  |
| 26-35 años |  |
| 36-45 años |  |

|                |  |
|----------------|--|
| 46-55 años     |  |
| 56- 65 años    |  |
| 66- o más años |  |

### 3.-Formación del encuestado

|                      |  |
|----------------------|--|
| Sin educación        |  |
| Educación primaria   |  |
| Educación Secundaria |  |

|  |  |
|--|--|
| Estudios superiores (Universidad)        |  |
| Estudios de 4to nivel (Maestría o Ph.D.) |  |

### 4.-Dedicación

|            |  |
|------------|--|
| Estudia    |  |
| No Trabaja |  |
| Trabaja    |  |

En ese caso, ¿en qué campo?

### 5.- Marque las principales problemáticas en relación con el estado del río (si las hubiera)

|                              |  |
|------------------------------|--|
| Contaminación de las aguas   |  |
| Contaminación de las riberas |  |
| Botaderos de basura          |  |
| Malos olores                 |  |
| Plagas                       |  |
| Inundaciones                 |  |
| Todas                        |  |

### 6.- Del 1 al 5 ¿Cuán contaminadas cree usted que están las riberas del Río Milagro en la época Seca?

|                      |  |
|----------------------|--|
| 1=Cero contaminación |  |
| 2=Poca contaminación |  |
| 3= Contaminación     |  |

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| 4=Muy contaminado           |  |
| 5=Terriblemente contaminado |  |

**7.- Del 1 al 5 ¿Cuán contaminadas cree usted que están las riberas del Río Milagro en época lluviosa?**

|                      |  |
|----------------------|--|
| 1=Cero contaminación |  |
| 2=Poca contaminación |  |
| 3= Contaminación     |  |

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| 4=Muy contaminado           |  |
| 5=Terriblemente contaminado |  |

**8.- Del 1 al 5 ¿Con qué frecuencia pasa el recolector de basura por las calles adyacentes al río?**

|              |  |
|--------------|--|
| 1=Nunca      |  |
| 2=Casi Nunca |  |
| 3= A veces   |  |

|                |  |
|----------------|--|
| 4=Casi Siempre |  |
| 5=Siempre      |  |

**9.- ¿Los transeúntes tienen acceso a tachos de basura ¿Basureros públicos peatonales?**

|    |  |    |  |
|----|--|----|--|
| Sí |  | No |  |
|----|--|----|--|

**10.- ¿Se observa a las personas botar basura en las riberas del río Milagro?**

|    |  |    |  |
|----|--|----|--|
| Sí |  | No |  |
|----|--|----|--|

**11.- A su criterio, los pobladores arrojan basura en las riberas y el río por:**

|  |  |
|--|--|
| Malas costumbres de higiene  |  |
| Deficiencia en recolección de la basura                            |  |
| Ausencia de tachos de basura                                       |  |
| Falta de aplicación de las ordenanzas municipales en cuanto a aseo |  |

**12.- ¿Las personas que botan basura, son ajenas del barrio?**

|    |  |    |  |
|----|--|----|--|
| Sí |  | No |  |
|----|--|----|--|

**13.- ¿Las personas que botan basura, son ajenas del barrio?**

|              |  |
|--------------|--|
| 1=Nunca      |  |
| 2=Casi Nunca |  |
| 3= A veces   |  |

|                |  |
|----------------|--|
| 4=Casi Siempre |  |
| 5=Siempre      |  |

**14.- Del 1 al 5, ¿En estación lluviosa el río tiende a inundar las calles adyacentes?**

|              |  |
|--------------|--|
| 1=Nunca      |  |
| 2=Casi Nunca |  |
| 3= A veces   |  |

|                |  |
|----------------|--|
| 4=Casi Siempre |  |
| 5=Siempre      |  |

**15.- ¿Ha observado presencia de pestes o plagas provenientes del río?**

|    |  |    |  |
|----|--|----|--|
| Sí |  | No |  |
|----|--|----|--|

|   |  |
|---|--|
| En caso de ser sí, ¿qué pestes o plagas ha observado? |  |
|---|--|

**16.- En relación a la pregunta 15, en un rango del 1 al 5 indique: ¿Con qué frecuencia ha observado las plagas?**

|              |  |
|--------------|--|
| 1=Nunca      |  |
| 2=Casi Nunca |  |
| 3= A veces   |  |

|                |  |
|----------------|--|
| 4=Casi Siempre |  |
| 5=Siempre      |  |

**17.- ¿Conoce si existen tareas de mantenimiento y/o limpieza en el río?**

|    |  |  |
|----|--|--|
| Sí |  | En ese caso, ¿cuáles han sido dichas tareas? |
| No |  |  |

**18.- ¿Cree que debe integrarse el río a un proyecto urbanístico del cantón?**

|    |  |
|----|--|
| Sí |  |
| No |  |

**19- A su juicio, ¿De qué manera debe integrarse?**

|   |  |
|---|--|
| Mediante reforestación arbórea                            |  |
| Diseño de jardines  |  |
| Instalación de máquinas de ejercicios y juegos infantiles |  |
| Áreas para caminatas y rutas de bicicleta                 |  |
| Todas   |  |
| Ninguna   |  |

**20.- ¿Cuál es la mayor dificultad para integrar al río a un proyecto urbanístico?**

|   |  |
|---|--|
| Las malas costumbres de los pobladores        |  |
| Un diseño inadecuado de recolección de basura |  |
| Espacio reducido en sus riberas               |  |
| La contaminación del río                      |  |