



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y**  
**AMBIENTALES**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES**  
**RENOVABLES**

**DETERMINACIÓN DE LÍNEAS ESTRATÉGICAS PARA LA**  
**CONSERVACIÓN DE LA SUBCUENCA DEL RÍO AMBI, PROVINCIA**  
**IMBABURA**

**PLAN DE TRABAJO DE TITULACIÓN PARA OBTENER EL TÍTULO DE**  
**INGENIERO/A EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**AUTOR: ROBERTH PAÚL JIMÉNEZ ILLAPA**

**DIRECTOR: ING. PAUL ARIAS MSc.**

Ibarra – Ecuador

Diciembre 2020



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
FACULTAD INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN NRO. 001-073-CEAACES-2013-13  
Ibarra-Ecuador

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA  
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte de manera digital para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

| DATOS DE CONTACTO      |  |
|------------------------|--|
| CÉDULA:                | 1003985742                             |
| NOMBRES Y APELLIDOS:   | Roberth Paúl Jiménez Illapa            |
| DIRECCIÓN:             | 13 de abril e Ibarra -pasaje S/N #1-02 |
| EMAIL:                 | pauljim2504@gmail.com                  |
| TELEFONO FIJO Y MOVIL: | 062558057      0999584697              |

| DATOS DE LA OBRA                |  |
|---------------------------------|--|
| TÍTULO:                         | Determinación de Líneas Estratégicas para la Conservación de la Subcuenca del río Ambi, Provincia Imbabura |
| AUTOR:                          | Roberth Paul Jiménez Illapa  |
| FECHA:                          | 3 de Diciembre   |
| SOLO PARA TRABAJO DE TITULACIÓN |  |
| PROGRAMA:                       | <input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO                             |
| TÍTULO POR EL QUE OPTA:         | Ingeniero en Recursos Naturales Renovables   |
| DIRECTOR:                       | MSc. Darío Paul Arias  |

**MISIÓN INSTITUCIONAL:** Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
FACULTAD INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN NRO. 001-073-CEAACES-2013-13  
Ibarra-Ecuador

**CONSTANCIAS**

El autor Roberth Paul Jimenez Illapa manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los tres días del mes de Diciembre del 2020

**EL AUTOR:**

.....  
Roberth Paul Jiménez Illapa



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
FACULTAD INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES  
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN NRO. 001-073-CEAACES-2013-13  
Ibarra-Ecuador

**CERTIFICACIÓN**

Ing. Darío Paul Arias MSc., director del trabajo de titulación desarrollado por el señor estudiante Roberth Paul Jimenez Illapa.

**CERTIFICA**

Que, el proyecto de tesis de grado titulado “DETERMINACIÓN DE LÍNEAS ESTRATÉGICAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA SUBCUENCA DEL RÍO AMBI, PROVINCIA IMBABURA”, ha sido realizado en su totalidad por el señor estudiante Roberth Paul Jimenez Illapa, bajo mi dirección, para la obtención del título de Ingeniero en Recursos Naturales Renovables. Luego de ser revisada, considerando que se encuentra concluido y cumple con las exigencias y requisitos académicos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables, autoriza su presentación y defensa para que pueda ser juzgada por el tribunal correspondiente.

Ing. Darío Paul Arias MSc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

## AGRADECIMIENTOS

*En primer lugar, quiero agradecer a Dios por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de esta etapa.*

*A mi familia quienes han sido un pilar fundamental de apoyo y motivación para poder culminar cada objetivo.*

*A mis compañeros Diego, Fernanda, Chevu, Kim, Jazz con quienes se hizo un lazo de amistad y se tuvo grandes momentos en esta etapa y a mis amigos, Andrés V., Luis V., Keneth H., Salome P., quienes han estado como apoyo en la culminación de esta etapa.*

*Al MSc. Paúl Arias que más que un profesor y director de tesis se convirtió en un amigo, el cual ha brindado sus consejos y enseñanzas para enriquecer una vida profesional, al MSc. Renato Oquendo el cual en toda la etapa universitaria a sido un docente que ha compartido su conocimiento y ha sido un apoyo en esta etapa.*

*De la misma manera a mis asesores MSc. Oscar Rosales y MSc. Melissa Layana por compartir su conocimiento y experiencia para la realización de esta investigación.*

*A La Fundación Altrópico por ser un gran aporte para el crecimiento como profesional y me ha brindado oportunidades de aprendizaje.*

*A WWF Colombia especialmente al Ing. Jairo Guerrero quien fue un pilar fundamental de orientación para la realización de esta investigación y de igual manera la Ph. D Susan Poats por brindarme orientación y ayuda para esta investigación*

## DEDICATORIA

*A Dios quien ha sido mi guía, fortaleza y su mano de fidelidad y amor han estado conmigo hasta el día de hoy.*

*A mi abuelita Rosa Elena Flores que, aunque no se encuentre en este mundo, añoraba por verme culminar esta etapa, ella es la descripción de lucha y valentía siendo la motivación para hoy poder alcanzar este objetivo.*

*A mis padres Roberth Jimenez y Mayda Illapa quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.*

*A mis hermanos Paulina J. Paola J. y Martin J. por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento.*

*A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.*

*A Fernanda Rosero quien con su amor y apoyo ha sido soporte en el camino final de esta etapa.*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

| Contenido  | Página |
|--|--------|
| <b>RESUMEN</b> .....   | xi     |
| <b>ABSTRACT</b> .....  | xii    |
| <b>CAPITULO I. INTRODUCCIÓN</b> .....                                  | 13     |
| 1.1. Revisión de antecedentes o estado del arte .....                  | 13     |
| 1.2 Problema de investigación y justificación.....                     | 17     |
| 1.3 Objetivos .....  | 19     |
| 1.3.1. Objetivo general .....  | 19     |
| 1.3.2 Objetivos específicos .....                                      | 19     |
| 1.4 Preguntas directrices de la investigación o hipótesis .....        | 19     |
| <b>CAPITULO II. REVISIÓN DE LA LITERATURA</b> .....                    | 20     |
| 2.1 Marco teórico referencial. ....                                    | 20     |
| 2.1.1 Cuencas hidrográficas... ..                                      | 20     |
| 2.1.2 Clasificación de una cuenca .....                                | 21     |
| 2.1.3 Unidades hidrográficas.....                                      | 22     |
| 2.1.4 Función de una Cuenca .....                                      | 23     |
| 2.1.5 Planificación territorial.....                                   | 24     |
| 2.1.5.1 Diagnostico territorial... ..                                  | 24     |
| 2.1.6 Diagnostico ambiental.....                                       | 25     |
| 2.1.7 Reporte de salud... ..   | 26     |
| 2.1.8 Lineamientos estratégicos. ....                                  | 26     |
| 2.2 Marco legal.....   | 27     |
| 2.2.1 La Constitución de La Republica del Ecuador.....                 | 27     |
| 2.2.2 Código Orgánico del Ambiente.....                                | 28     |
| 2.2.3 La Ley de Ordenamiento Territorial y Uso y Gestión de suelo..... | 29     |
| <b>CAPITULO III. METODOLOGÍA</b> .....                                 | 31     |
| 3.1. Descripción del área de estudio.....                              | 31     |
| 3.2. Métodos.....  | 35     |
| 3.3 Materiales y equipos .....   | 53     |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>  | <b>54</b> |
| 4.1. Determinar indicadores de salud socio ecológico para la subcuenca del río Ambi.....               | 54        |
| 4.2 Zonificación de la subcuenca del río Ambi en base a los indicadores de salud socio-ecológicos..... | 55        |
| 4.2.1 Cálculo de los indicadores y de los componentes de salud socio ecológica .....                   | 55        |
| 4.2.1.1 Agua .....   | 55        |
| 4.2.1.2 Biodiversidad... ..  | 56        |
| 4.2.1.3 Riesgo Climático.....  | 59        |
| 4.2.1.4 Gobernanza .....   | 60        |
| 4.2.2 Calificación de las zonas altitudinales y subcuenca del río Ambi .....                           | 62        |
| 4.3 Definir líneas estratégicas para la conservación de la subcuenca del río Ambi..                    | 69        |
| 4.3.1 Identificación de actores estratégicos.....  | 69        |
| 4.3.2Definición de líneas estratégicas por zona altitudinal.....                                       | 70        |
| 4.3.3 Líneas estratégicas de conservación.....   | 74        |
| 4.3.4 Líneas estratégicas de restauración .....  | 75        |
| 4.3.5 Líneas estratégicas de resiliencia .....   | 76        |
| 4.3.6 Líneas estratégicas de gobernanza .....  | 77        |
| <b>CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>   | <b>79</b> |
| 5.1 Conclusiones .....   | 79        |
| 5.1 Recomendaciones.....   | 80        |
| <b>REFERENCIAS .....</b>   | <b>81</b> |
| <b>ANEXOS .....</b>  | <b>88</b> |

## ÍNDICE DE TABLAS

| Contenido   | Página |
|---|--------|
| Tabla 1. Clasificación de una cuenca hidrográfica .....   | 22     |
| Tabla 2. Clasificación sistema Pfafstetter. . . . .   | 23     |
| Tabla 3. División político-administrativa de la subcuenca .....   | 32     |
| Tabla 4. Indicadores de salud socio ecológica .....   | 36     |
| Tabla 5. Selección de índices e indicadores. ....   | 37     |
| Tabla 6. Referencia de calificación índice de calidad de agua.....  | 41     |
| Tabla 7. Categorías utilizadas para la clasificación de cobertura natural .....   | 42     |
| Tabla 8. Referencia de calificación del indicador de porcentaje de cobertura natural.....   | 43     |
| Tabla 9. Referencia de calificación del indicador de criticidad ambiental .....   | 44     |
| Tabla 10. Referencia de calificación del indicador de inundación y deslizamientos .....   | 45     |
| Tabla 11. Censo de población del 2010 de cantones y parroquias de la subcuenca del río Ambi .....   | 47     |
| Tabla 12. Referencia de calificación del indicador de presión demográfica.....  | 48     |
| Tabla 13. Instrumentos de ordenamientos incluidos para el cálculo del indicador y su respectiva cualificación del nivel de gobernanza ..... | 49     |
| Tabla 14. Conversión de calificación escala 0-5 .....   | 50     |
| Tabla 15. Materiales y equipos .....  | 53     |
| Tabla 16. Matriz de indicadores socio ecológicos para la subcuenca del río Ambi .....   | 54     |
| Tabla 17. Identificación de actores estratégicos de la subcuenca del río Ambi.....  | 69     |
| Tabla 18. Presión-Estado-Respuesta zona alta de la subcuenca .....  | 71     |
| Tabla 19. Presión-Estado-Respuesta zona media de la subcuenca .....   | 72     |
| Tabla 20. Presión-Estado-Respuesta zona baja de la subcuenca .....  | 73     |

## ÍNDICE DE FIGURAS

| Contenido  | Página |
|--|--------|
| Figura 1. Gestión integral.....  | 20     |
| Figura 2. Sistemas vinculados al desarrollo integral y al ordenamiento territorial | 25     |
| Figura 3. Mapa de ubicación de la subcuenca del río Ambi .....                     | 31     |
| Figura 4. Tipos de relieve.....  | 33     |
| Figura 5. Hidrografía de la subcuenca del río Ambi .....                           | 34     |
| Figura 6. Zonificación de la subcuenca del río Ambi .....                          | 38     |
| Figura 7. Mapa de puntos de muestreo de calidad de agua .....                      | 40     |
| Figura 8. Mapa de cobertura natural de la subcuenca del río Ambi... ..             | 43     |
| Figura 9. Enfoque Presión Estado Respuesta.....                                    | 52     |
| Figura 10. Calidad de agua.....  | 56     |
| Figura 11. Porcentaje de cobertura natural.....                                    | 57     |
| Figura 12. Criticidad ambiental.....   | 58     |
| Figura 13. Ocurrencias de inundaciones y deslizamientos .....                      | 60     |
| Figura 14. Presión demográfica .....   | 61     |
| Figura 15. Oportunidades de gobernanza .....                                       | 62     |
| Figura 16. Calificación de la subcuenca del río Ambi... ..                         | 63     |
| Figura 17. Calificación zona alta... ..  | 64     |
| Figura 18. Calificación zona media.....  | 65     |
| Figura 19. Calificación zona baja.....   | 66     |
| Figura 20. Mapa de áreas protegidas... ..  | 67     |

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y**  
**AMBIENTALES**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES**  
**RENOVABLES**

Paul Jiménez

**RESUMEN**

La planificación con un enfoque de cuencas hidrográficas es una estrategia para la protección y conservación de los recursos naturales. El objeto del presente estudio fue diseñar líneas estratégicas de conservación para la subcuenca del río Ambi a partir de la evaluación de reporte de salud de la cuenca hidrográfica. Para ello se seleccionaron 29 indicadores planteados por la WWF Colombia, y mediante la aplicación multicriterio de tres categorías: importancia, redundancia y prioridad, se seleccionaron los indicadores de salud socio ecológica adecuado para la subcuenca. Para el diseño de las líneas estratégicas se aplicó el esquema presión-estado-respuesta. De esta manera se obtuvieron seis indicadores de salud distribuidos en cuatro componentes: Agua, Biodiversidad, Riesgo Climático y Gobernanza. El estado de salud de la subcuenca del río Ambi presentó variaciones por sector, en la zona media presenta un estado de alerta “regular”, la zona baja un estado de alerta “bajo” y en la zona alta se determinó un estado de alerta “excelente”. Finalmente, se identificaron 4 líneas estratégicas: conservación, restauración, resiliencia y gobernanza.

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y**  
**AMBIENTALES**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES**  
**RENOVABLES**

Paul Jiménez

**ABSTRACT**

Planning with watershed approach is a strategy for protection and conservation of natural resources. The purpose of this study was to design conservation strategic lines for Ambi sub-basin while using the evaluation of the health report of basin. It was selected 29 indicators proposed by WWF Colombia, and through the multi-criteria application of three categories: importance, redundancy and priority, the health indicators were prioritized. For the design of the strategic lines, the pressure-state-response framework was applied. In this way, six health indicators were obtained, divided into four components: Water, Biodiversity, Climate Risk and Governance. The health status of the sub-basin of the Ambi River presented variations by sector. In the middle zone it presents a “regular” alert state, the lower zone a “low” alert state and in the high zone an excellent alert state was determined. Finally, 4 strategic lines were identified: conservation, restoration, resilience and governance.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### **1.1. Revisión de Antecedentes o Estado del Arte.**

Las subcuencas hidrográficas se consideran “como un territorio que drenan sus aguas hacia un curso principal de una cuenca” (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, 2009). En la subcuenca, el agua es un componente insustituible para la protección de la vida, en base a este componente se crean espacios constituidos social, natural y políticamente que son recreados a través de las interacciones entre prácticas humanas, flujos de agua, elementos biofísicos, estructuras socioeconómicas e instituciones político-culturales, (Boelens et al., 2016).

El conocimiento del estado de las cuencas hidrográficas debe entenderse como esencial para la planificación y gestión eficiente de los recursos hídricos y recursos naturales, (Arai, Pereira y Gongalves, 2012). Éstas poseen una gran variedad de flora, fauna y prestan servicios ecosistémicos los cuales son aprovechados por el ser humano, pero que a lo largo del tiempo van cambiando constantemente por acciones antrópicas, (Rua del Cabo, Valdivia y Silva, 2006). El crecimiento de la población y el desarrollo socioeconómico a menudo van acompañados de aumentos en la demanda de agua, cuya cantidad y calidad son esenciales para la salud y el desarrollo de cualquier comunidad (Bueno, Galbiatti y Borges, 2005).

Sin embargo, ésta alta demanda ha causado escasez cualitativa y cuantitativa de agua y recursos naturales, generando serios conflictos de uso. En las subcuencas los conflictos socioambientales retardan la recuperación de los ecosistemas, ya que las diferentes interacciones que se establecen en esta área por el uso y manejo de los principales recursos como: suelo, agua y vegetación suelen ser insostenibles, llegando a generar un deterioro en la salud de la cuenca (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación, 2011).

El diagnóstico ambiental en una subcuenca es la etapa inicial para poder conocer acerca del estado situacional de los componentes biofísico, socioeconómicos y ecológicos, que son importantes para alcanzar un mejor manejo de la subcuenca y una mejor calidad de vida en armonía con la naturaleza. Para el desarrollo de un diagnóstico ambiental existen varias metodologías. Según Espinoza, Espinoza y Fuentes (2015), plantean diagnósticos participativos que están basados en herramientas que permitieron ingresar a interactuar con comunidades para trabajar de manera dinámica y obtener la percepción de diferentes autores. Además, existe el diagnóstico morfométrico para cuencas hidrográficas realizado por Cruz, Gaspari, Rodríguez, Carrillo y Téllez (2015), el cual consiste en una caracterización geomorfológica de la cuenca en base a parámetros de forma, relieve y drenaje. Camino, Gimeno y Ramon (2014), plantean unidades ambientales homogéneas como herramientas de evaluación ambiental estratégica y World Wildlife Fund (2016), ha realizado en la actualidad el diagnóstico de salud de cuenca socio ecológico basado en la determinación de indicadores que genera un instrumento de planificación.

Los indicadores según Mondragón (2002), en este caso con un enfoque ambiental, son herramientas medibles y verificables, estos pueden ser: cualitativos y cuantitativos, y de distintos tipos. Los indicadores cualitativos se encuentran basados por métodos de investigación que tienen una problemática enfocada en la extrapolación estadística. Estos son complementarios para la utilización de los métodos cuantitativos, logrando una evaluación global de la investigación. Los indicadores cuantitativos son objetivos y tienen una relación directa con la parcialidad de la información que se recopila (Pinedo, Gómez y Julca, 2017). Por lo tanto, tienen mayor riqueza informativa y facilidad en calcular e interpretar que el cualitativo. No obstante, los dos tipos de indicadores tienen como meta una evaluación para una mejor planificación y gestión (Lopez, Valcarce y Barbancho, 1996).

La planificación genera un análisis del estado situacional actual, enfocado a tener un modelo futuro deseado, esta brinda un apoyo para la toma de decisiones y definición de estrategias, las cuales buscan generar un equilibrio en el territorio (Armijos, 2009). Así, la planificación da la oportunidad de prever lo que pueda pasar en el futuro. De la misma manera, se anticipa a la toma de decisiones para poder planear líneas estratégicas para la conservación de la subcuenca y que permitan establecer acciones a mediano y largo plazo encaminadas a una buena gestión ambiental (Abedaño y Benavides, 2001). Según la FAO (2007), por las características de una cuenca, en la planificación se las considera como unidades para la planificación del desarrollo. Este enfoque, es la mejor estrategia para la intervención articulada de todos los componentes de desarrollo. En este caso es primordial el componente ambiental para la intervención en la conservación de los recursos naturales.

La planificación de cuencas hidrográficas se la toma como una estrategia para la protección y conservación de los recursos naturales y en especial el recurso hídrico (Ferrer y Torrero, 2013). Este tipo de planificación facilita el manejo de las actividades, debido a que relaciona el uso y manejo de los recursos desde un punto de vista micro o individual hasta las interacciones de producción y comportamiento, para poder dar soluciones a problemas integrales, ambientales y sociales. Esta planificación establece un proceso productivo ordenado dependiendo de factores como: uso y manejo de agua, uso actual del suelo, medio físico, social y aspecto político, ya que se considera a la planificación de cuencas como una estrategia de desarrollo ambiental local y nacional, que permite alcanzar la sostenibilidad y conservación de la biodiversidad (FAO,2011).

La World Wildlife Fund Colombia lidera un estudio denominado Reporte de Salud de la Cuenca Binacional del Mira - Mataje, que es compartida entre Colombia y Ecuador con un área de 10459,65 km<sup>2</sup>. El estudio realizado en la cuenca binacional tuvo una metodología basada en diagnósticos participativos entre diferentes actores de instituciones gubernamentales, no gubernamentales, academia y sociedad civil. Aquí se seleccionaron indicadores que buscan dar una calificación tanto a la cuenca

como a once subcuencas pertenecientes, una de ellas es la subcuenca del río Ambi, la cual es el área de estudio de la presente investigación. Así, los resultados de esta investigación serán un apoyo para la identificación de los diferentes problemas que existen en el territorio. (WWF-Colombia, 2016).

Por otra parte, la Universidad de Maryland de Estados Unidos ha realizado varios reportes de salud a ecosistemas empleando una metodología basada en: conceptualización, selección de indicadores, definición de categorías, umbrales, calificación y comunicación de resultados. La cual permite ayudar a la toma de decisiones y a tener un mejor manejo en la gestión de los recursos naturales (Costanzo et al., 2017). Los reportes de salud de cuenca hidrográfica se han aplicado en diferentes territorios a nivel global como la gran barrera el río Misisipi en el año 2015. En este estudio integraron varios actores para encontrar desafíos a los problemas de la gestión del río y afluentes (Dennison et al., 2015). En Oregón, Estados Unidos se realizó el reporte de salud del río Willamette el que identifica la calificación general para el río en diferentes zonas altitudinales (Costanzo, Kelsey y Saxby, 2015). De la misma manera se han realizado en ecosistemas costeros como el de Georgia, en donde el reporte de salud de cuenca es una herramienta importante para planificar las actividades de restauración y conservación (Dennison et al., 2015).

Además, esta investigación al realizarse mediante la calificación de indicadores por zonas altitudinales es pionera en el área de estudio por lo cual, toma en cuenta otros estudios similares, que se basan en la utilización de indicadores socio ecológicos. En este caso Márquez (2000), se basa en la utilización de indicadores de cobertura natural y presión demográfica. Estos permiten identificar la sostenibilidad biofísica, en cuanto a la capacidad de la naturaleza y sus ecosistemas para satisfacer las demandas ambientales de la sociedad, dando una calificación clara e indicando el grado de transformación de la sostenibilidad en el territorio.

También, se considera como antecedentes estudios existentes de instituciones públicas que se articulan con la presente investigación y que contribuyan con información importante para el desarrollo de esta, como son: los planes de desarrollo y ordenamiento territorial de los diferentes niveles de gobierno, cantonal y parroquial, partiendo del PDOT de la provincia Imbabura. Estas investigaciones y documentos técnicos contienen la identificación del estado actual del territorio mediante varios componentes, uno de ellos el biofísico. Este tipo de documentación permite determinar las debilidades y oportunidades del territorio siendo un soporte técnico para una mejor planificación y gestión (Plan de Ordenamiento Territorial de Imbabura, 2015).

Del mismo modo, se han realizado estudios orientados a la gestión del recurso hídrico: que proporcionan información preponderante con un enfoque integral del área de estudio, como es el caso de Garzón y García (2017), el cual valorizó y catalogó sitios de interés hidrológico de la cuenca del río Ambi, los cuales permitieron establecer una línea base del sector con un enfoque científico, didáctico y recreativo. Por otro lado, Vaca (2018), mediante un modelo de participación comunitaria analizó la gestión de la gobernanza de los recursos hídricos dentro del área de estudio. En el mismo concluyó que la gestión del recurso hídrico es compleja debido a una mala organización y aplicación de la normativa vigente, además de un mal uso y manejo de los recursos naturales que no permiten una adecuada conservación de la cuenca.

## **1.2 Problema de investigación y justificación**

La subcuenca es un área donde la población interactúa con el medio biofísico mediante actividades y en donde existe una dinámica permanente. Esto sucede ya que las poblaciones que ocupan este territorio lo transforman y construyen, debido a que el ambiente es un facilitador de insumos. Por lo que, la población puede generar transformaciones en el medio natural causando alteraciones en especies, en el régimen hidrológico, funciones ecosistémicas teniendo consecuencias que afecten a generaciones futuras (Chamocho, 2010).

La subcuenca del río Ambi, se la interpreta como un área que ha tenido una dinámica permanente por actividades de su modelo de desarrollo, las que a lo largo del tiempo han causado transformaciones en sus componentes agua y biodiversidad. Dado que, la presencia de importantes cabeceras cantonales como: Ibarra, Otavalo, Atuntaqui y Cotacachi y su crecimiento poblacional, ha desarrollado actividades antrópicas que han generado la contaminación de las fuentes de agua alterando su calidad y poniendo en riesgo la calidad de vida de los pobladores (Zandbergen,1998).

Además, debido al desarrollo local de las comunidades presentes en dicha subcuenca. Se ha generado presiones en el ambiente por sistemas de producción agrícola, establecimiento de industrias textiles, etc. Como consecuencia existe pérdida de cobertura vegetal, se ha sustituido la vegetación nativa por el monocultivo. Por otra parte, la presencia de sobre pastoreo, deforestación y más actividades, han alterado los caudales en los principales ríos y generado contaminación (Kammerbauer y Ardon, 1999).

La subcuenca considerada como unidad espacial que establece una regulación del ciclo hidrológico, como la captación, almacenamiento y recarga de agua que permiten la realización de diferentes procesos ecológicos y sociales. Y que, por otra parte, tiene una diversidad biológica, cultural en estado vulnerable. Por la razón de que el área de influencia territorial atraviesa por diferentes jurisdicciones administrativas que tienen diferentes actividades e intereses ambientales, sociales y económicos, lo que como consecuencia han llegado a generar cierto grado de transformaciones en aspectos socio ecológicos (Scheibe y Trindade, 2019).

El diagnóstico del estado de la subcuenca mediante la utilización de indicadores socio ecológicos da la oportunidad de prever lo que pueda pasar en el futuro. Posibilita anticipar a la toma de decisiones para planear a mediano y largo plazo acciones encaminadas a una buena gestión del ambiente. De este modo se llega a

determinar líneas estratégicas para la conservación de la naturaleza. Estos instrumentos de política pública fortalecen la gobernanza y facilitan una intervención coordinada en los tomadores de decisiones. De esta forma, se contribuye de mejor manera en la conservación del ambiente por la aplicabilidad de una herramienta de planificación y ordenación del territorio (WWF-Colombia, 2019).

### **1.3 Objetivos**

#### ***1.3.1. Objetivo general***

Determinar líneas estratégicas para la conservación de la subcuenca del río Ambi mediante el diagnóstico de salud socio-ecológico.

#### ***1.3.2 Objetivos específicos***

- Determinar indicadores de Salud socio-ecológico para la subcuenca del río Ambi.
- Zonificar la subcuenca del río Ambi en base a los indicadores de salud socio-ecológicos.
- Definir líneas estratégicas para la conservación de la subcuenca del río Ambi.

### **1.4 Preguntas directrices de la investigación o hipótesis**

¿Qué componentes naturales requieren de la determinación de líneas estratégicas de conservación en la subcuenca del río Ambi?

¿Cuál será el estado de salud socio ecológico ante las acciones antrópicas presentadas en la subcuenca del río Ambi en la actualidad?

## CAPITULO II

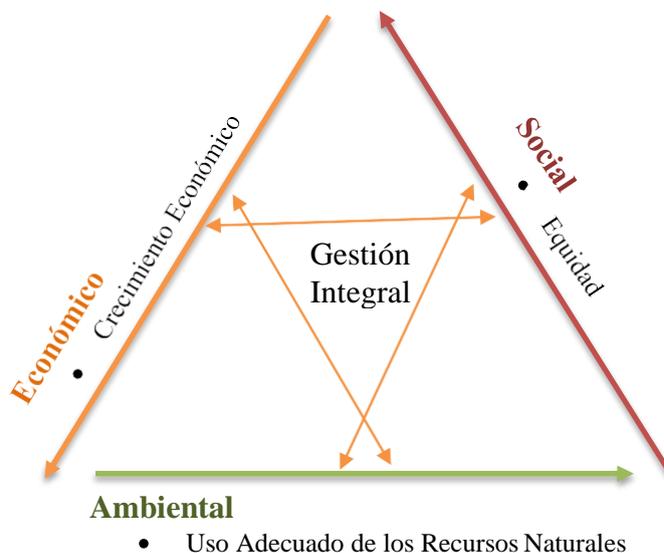
### REVISIÓN DE LA LITERATURA

#### 2.1 Marco teórico referencial.

##### 2.1.1 Cuencas hidrográficas

Según la Food and Agriculture Organization (2007) las cuencas hidrográficas son áreas geográficas constituidas por una red de drenaje, las cuales tienen procesos espaciales, temporales, componentes biofísicos y socioeconómicos que son transformados y construidos por la interacción del hombre. La cuenca puede ser distinguida en tres zonas características: alta, media y baja. Determinadas en base a las características topográficas que influyen en sus procesos hidrometeorológicos y en el uso de sus recursos (Llerena, 2003).

Las cuencas hidrográficas son consideradas unidades territoriales adecuadas para el ordenamiento y gestión de un territorio, pero han pasado por varias etapas de desarrollo de cómo se la estudia y gestiona. En sus inicios, se las comprendía como un espacio por donde se escurren las aguas provenientes de la precipitación y no se involucraba a la sociedad. Después, Dourojeanni y Jouravlev (2002) las relacionaba con la gestión de los recursos naturales por las actividades económicas, hasta llegar a una integralidad en su gestión (Figura 1).



### Figura 1. Gestión Integral

Las cuencas tienen los componentes hidrológicos, ecológicos, ambientales y socioeconómicos donde se llegan a cumplir funciones como: regulación ciclo hidrológico, conservación de la biodiversidad, interacciones en elemento biótico y abiótico, captación, almacenamiento y descarga de agua, suministra recursos naturales para las actividades humanas (Aguirre, 2011).

La cuenca hidrográfica es una unidad territorial cuyo eje transversal es el agua. Para estudiarla se han desarrollado diferentes enfoques como: análisis de características físicas de la oferta, análisis de sistema integrado físico y análisis holístico de sistemas físico, biótico y socioeconómico (Dourojeanni, Jouravlev y Chávez, 2002).

#### **2.1.2 Clasificación de una cuenca**

En las cuencas existen componentes biofísicos y socioeconómicos sobre los cuales inciden varios factores, por eso consiguiente a las cuencas se las puede clasificar en función de varios criterios, según Aguirre (2007), los más adecuados son los siguientes (Tabla 1).

**Tabla 1.** Clasificación de una Cuenca

| Clasificación de Cuencas    |  |
|-----------------------------|--|
| Según su área               |  |
| <b>Sistema Hidrográfico</b> | > de 300000 ha   |
| <b>Cuencas</b>              | 100000 – 300000 ha   |
| <b>Subcuenca</b>            | 15000–100000 ha  |
| <b>Microcuenca</b>          | 4000 – 15000 ha  |
| <b>Quebrada</b>             | < de 4000 ha   |
| Según su Altitud            |  |
| <b>Cuenca alta</b>          | Compuesta por pendientes muy pronunciadas ubicadas en las nacientes de los ríos. |
| <b>Cuenca Media</b>         | Se ubica entre la zona plana y zona de montaña de la cuenca.                     |
| <b>Cuenca baja</b>          | Se ubica en la desembocadura de los ríos.  |

### 2.1.3 Unidades hidrográficas

Se entiende por unidades hidrográficas a uno o varias unidades de drenaje, las cuales se busca una adecuada planificación y gestión del recurso hídrico. En el Ecuador se aplica la metodología Pfafstetter que se basa asignar Identificadores (Ids) a unidades de drenaje, basado en la topología de la superficie o área del terreno. Para relacionarla con sus unidades internas locales y con las unidades colindantes. (SENAGUA, 2009).

El Sistema Pfafstetter considera tres tipos de unidades hidrográficas de drenaje: cuencas, intercuencas y cuencas internas (Tabla 2).

**Tabla 2.** Clasificación Sistema Pfafstetter

| Sistema Pfafstetter   |   |
|-----------------------|---|
| <b>Cuenca</b>         | Es un área que no recibe drenaje de ninguna otra área, pero si contribuye con flujo a otra unidad de drenaje o al curso principal del río.  |
| <b>Inter cuencas</b>  | Es un área que recibe drenaje de otra unidad aguas arriba, a través del curso del río considerado como el principal, y permite el paso de este hacia la unidad de drenaje contigua hacia aguas abajo. |
| <b>Cuenca interna</b> | Es un área de drenaje que no recibe flujo de agua de otra unidad ni contribuye con flujo de agua a otra unidad de drenaje o cuerpo de agua.   |

Fuente: SENAGUA, 2009

#### **2.1.4 Funciones de una cuenca**

En las cuencas hidrográficas se producen procesos dentro de los ecosistemas. En ellos sucede un intercambio de materia y flujo de energía a través de la interacción de los elementos estructurales del ecosistema que pueden ser vistos como un sistema.

En cuanto a las funciones ecológicas se puede destacar que las cuencas hidrográficas son un espacio en el que se permite la relación de los seres vivos con su medio. A causa de, que, las características físicas como el agua y suelo son recursos fundamentales que permiten, el desarrollo del sistema biótico generando interacciones que permiten tener una adecuada estructura y funcionalidad entre el medio físico y biótico (Arreguin, Llunch y Monte, 2007). Por otra parte, existe una funcionalidad socioeconómica en donde se destaca una intervención social mediante el aprovechamiento del agua y de su espacio geográfico. Esta intervención social genera modificaciones en el territorio que culminan como zonas de producción y hábitat para alcanzar un bienestar y desarrollo de la población (Perales, 2016).

### **2.1.5 Planificación territorial**

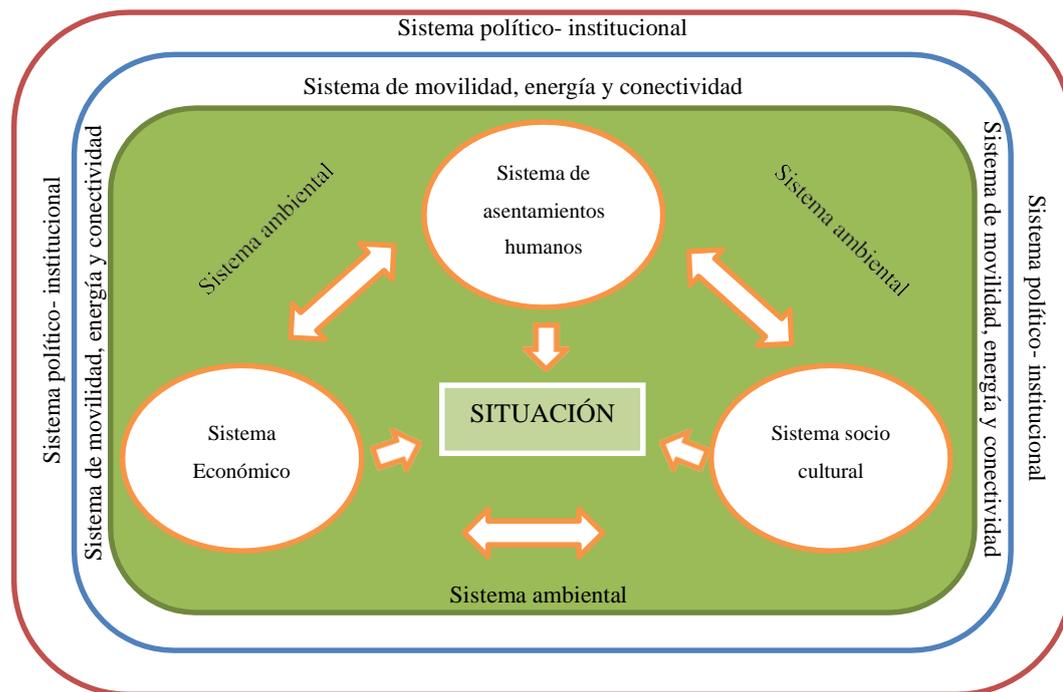
El territorio es una estructura social en la cual se articula las actividades e interrelaciones que la población realiza en el medio físico como tal. El territorio debe entenderse como un sistema, el cual consta de varios componentes, tales como: medio físico, población, actividades, instituciones, marco legal, canales de conexión, población y asentamientos poblacionales. El sistema territorial puede ser entendido e interpretado a través de la proyección de modelos o imágenes que expresen su estructura y funcionamiento, los cuales buscan el equilibrio entre todos los elementos dentro del ámbito social, económico y ambiental, que encaminan a distintos modelos de organización (Gómez-Orea, 2007).

La organización del territorio se centra en 3 elementos importantes como son: las actividades poblacionales, el espacio en las que están ubicadas, y el sistema en el que estas se rigen. De esta manera, en la planificación territorial existen etapas como propuesta metodológica para su elaboración en la cual consta de Diagnóstico, Propuesta y Gestión (Gómez-Orea, 2007). En la etapa de diagnóstico se hace énfasis a conocer aspectos positivos, potencialidades y problemas del territorio llegando a ser una concepción teórica. La propuesta se deduce del diagnóstico estableciendo una relación directa en donde al detectarse un problema o potencialidad dará una acción posible. Por último, la gestión que busca indicar una manera de intervención a las acciones y un sistema de seguimiento (Benabent y Vivanco, 2019).

#### **2.1.5.1 Diagnóstico territorial**

El Diagnóstico Territorial, es una etapa de la planificación del territorio que busca realizar un análisis en donde se identifique potencialidad, limitaciones y problemas, causados por su modelo de desarrollo. Establece la situación actual y tendencial del territorio en base a diferentes sistemas como son: Ambiental, Socio Cultural, Económico Productivo, Asentamientos Humanos y Político Institucional (SENPLADES, 2011), (Figura 2). El análisis para el diagnóstico territorial se

obtiene mediante la utilización de herramientas como son: cartográficas, estadísticas, consulta ciudadana y bibliográfica. Estas herramientas permiten llegar a tener una base técnica para la construcción de un territorio con proyectos a corto, mediano y largo plazo (Cabeza, 2011).



**Figura 2.** Sistemas vinculados al desarrollo integral y al ordenamiento territorial

Fuente: SENPLADES, 2011

### 2.1.6 Diagnóstico ambiental

El diagnóstico ambiental es un método de evaluación multidisciplinario que permite tener información del estado actual de los componentes. Mediante la información recopilada, se puede llegar a proponer acciones para prevenir o mitigar los problemas ambientales diagnosticados (Perevochtchikova, 2012). Uno de ellos es el Reporte de Salud de Cuenca que según la WWF-Colombia (2019), es un instrumento de monitoreo, evaluación y comunicación que compara información ecológica y socioeconómica, estableciendo resultados mediante indicadores que permiten identificar acciones estratégicas para influir en el manejo y gestión de una cuenca.

### **2.1.7 Reporte de salud de cuenca**

El Reporte de salud de Cuenca es un instrumento de información y generador de conciencia ambiental para la sociedad y como herramienta técnica para la toma de decisiones, mediante procesos de evaluación que permite llegar a un estado situacional de la salud ambiental de la cuenca (World Wildlife Fund, 2016).

Para Pantus y Dennison (2005), la salud de un ecosistema es la base para la gestión de un área específica. En este caso, la salud de cuenca haciendo una analogía con la salud humana, indica que los temas de gestión corresponden a los síntomas que tiene el cuerpo humano, en este caso la cuenca. Por otra parte, los tomadores de decisiones vienen a ser los médicos que definen el diagnóstico de dolencias en las que se debe de actuar. Finalmente, con la ayuda de un equipo científico que representa el laboratorio de patología se apoya los procesos de diagnóstico y desarrollo de metodologías de investigación para llegar a una recuperación (World Wildlife Fund, 2019).

### **2.1.8 Lineamientos estratégicos**

Los Lineamientos estratégicos son una etapa en la que se construyen acciones en base al diagnóstico obtenido del territorio, en este caso dado por la calificación de indicadores de salud socio ecológicos. Estos indicadores dan una representación de la situación actual del territorio y que llevan a la identificación de potencialidades para la construcción de líneas estratégicas. De igual forma, identifica los problemas para priorizar aquellos que necesiten soluciones. Estas líneas estratégicas se pueden desarrollar de manera participativa con diferentes actores o pueden ser establecida por el equipo investigador (González, Peña, Rincón, Bustillo y Urdaneta, 2004).

## **2.2 Marco legal**

Para el desarrollo del marco legal se consideró la normativa vigente y se complementó con otros cuerpos legales, que sustentaron la realización de la presente investigación, tomando como referencia principal La Constitución de La Republica del Ecuador publicada en el 2008. La cual plantea los principios y lineamientos ambientales generales que se dan en diferentes artículos de su contenido.

### **2.2.1 La Constitución de La Republica del Ecuador**

La Constitución de la República del Ecuador en el Capítulo Primero que trata de los Principios Fundamentales plantea en el Art. 3 los deberes primordiales que tiene el Estado, en el numeral 7 se puede encontrar que uno de ellos el promover el desarrollo sustentable y la redistribución equitativa de los recursos del país.

En el Capítulo Segundo de los Derechos del Buen Vivir en la sección segunda de Ambiente Sano en el Art.14 se reconoce que todos los ciudadanos tienen derecho a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado lo que obliga a garantizar la sostenibilidad y el buen vivir y en el Art. 15 consecuentemente se menciona que el Estado debe promover tanto en el sector público como en el privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias así como el uso de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto.

De la misma manera más adelante, en los Derechos de Libertad en el Art. 66 en el numeral 2 existe un enfoque hacia los derechos a una vida digna y se debe asegurar entre algunas de estas condiciones la salud, agua potable y saneamiento ambiental y en el numeral 27 se reconoce reiteradamente el derecho de las personas a vivir en un ambiente sano que se encuentre libre de contaminación y en armonía con la naturaleza.

La Constitución de la República del Ecuador 2008 innovo en reconocer los derechos a la naturaleza los cuales se encuentran en el Capítulo Séptimo y en el Art. 72 se establece que la naturaleza tiene derecho a la restauración para poder así recuperar zonas degradadas y evitar peores consecuencias ambientales. En consecuencia, en el Art.73 se menciona que el Estado debe aplicar medidas de precaución y restricción para aquellas las actividades que puedan destruir los ecosistemas o alterar permanentemente los ciclos naturales.

Por último, en el Capítulo noveno se habla sobre las Responsabilidades, el Art.83 numerales 3 y 6 detalla que entre los deberes y responsabilidades de los ciudadanos ecuatorianos se encuentran el defender la integridad territorial y de los recursos naturales, respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos de manera racional, sustentable y sostenible.

### **2.2.2 Código Orgánico del Ambiente**

Este Código entró en vigencia en abril del 2018 y es una de las normativas en materia ambiental que busca generar una adecuada gestión ambiental en el país, mediante el cumplimiento y respeto de los derechos de la naturaleza, para lo cual esta investigación se sustenta en los siguientes artículos de su contenido:

Teniendo en cuenta estos aspectos inicialmente en el Capítulo II de este cuerpo normativo se trata sobre los Instrumentos del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental y en el Art. 17 se menciona acerca de la investigación ambiental en el cual se plantea que el Estado ecuatoriano debe contar con datos científicos y técnicos sobre la biodiversidad y el ambiente, mismos datos que deben ser actualizados de manera permanente para su uso. Así también se establece que será la Autoridad Ambiental Nacional quien recopilará los datos trabajando conjuntamente con las instituciones de educación superior ya sean públicas, privadas o mixtas, al igual que con debe apoyarse en otras instituciones de investigación.

Hay que destacar por otra parte el Art. 30 sobre los Objetivos del Estado, en sus numerales 1,2 se detalla que es primordial la conservación y uso de la biodiversidad de una manera sostenible, debe además mantenerse una estructura, composición y funcionamiento de ecosistemas y así garantizar su resiliencia y generar de alguna manera bienes y servicios ambientales. En el numeral 8 por su parte otro de los objetivos del Estado relativos a la biodiversidad es que este debe promover la investigación, tecnología, innovación para el intercambio de información y así fortalecer y estimular el bioconocimiento.

Finalmente, en cuanto a los servicios ambientales el Art. 82 busca establecer un marco general de los servicios ambientales, con el fin de tutelar la conservación, protección, mantenimiento, manejo sostenible y la restauración de los ecosistemas, interpretando que se debe utilizar los mecanismos adecuados para que se aseguren su permanencia.

### **2.2.3 La Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial y Uso y Gestión de suelo.**

Esta normativa ha sido tomada en cuenta para la sustentación de esta investigación, debido a sus objetivos, fines y principios los cuales buscan la planificación de un territorio de manera adecuada y sustentable para su desarrollo mediante el aprovechamiento de los recursos naturales.

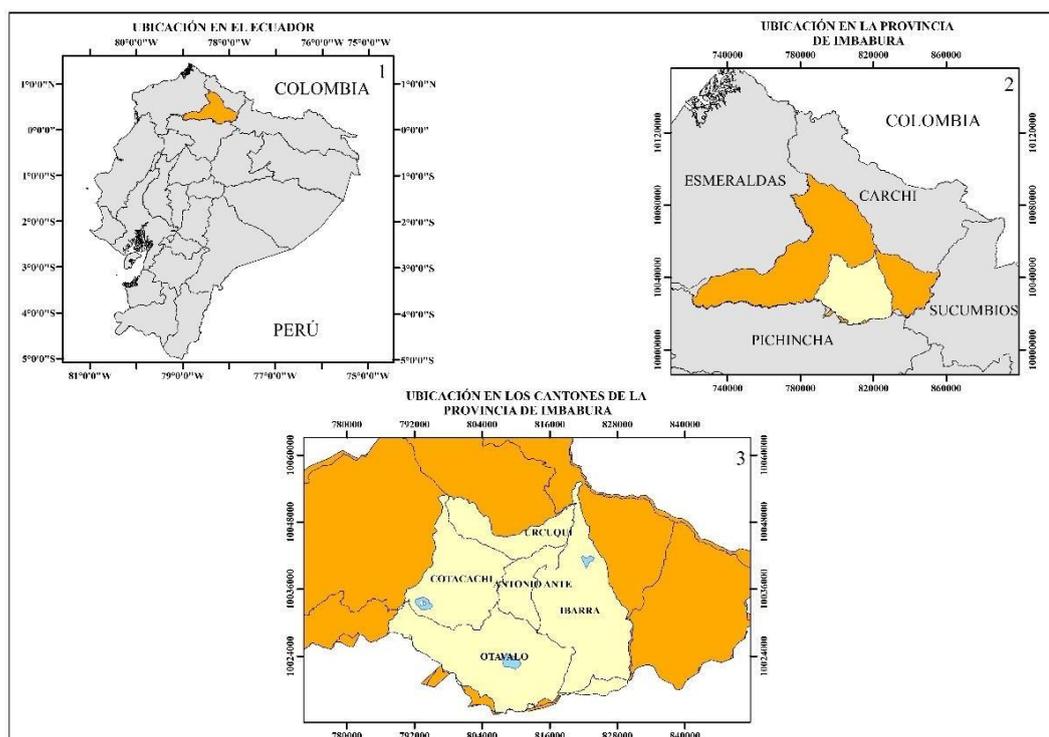
En el Art. 3 en el numeral 1 del cuerpo normativo se detalla como uno de sus fines el promover el aprovechamiento del suelo rural y urbano de una forma equitativa, racional y equilibrada, donde se pueda tener un hábitat seguro, saludable y ambientalmente sustentable. Por tanto, se debe orientar las políticas públicas en base al desarrollo urbano y vivienda digna y buscar llegar a este fin a través de la definición de varios principios, lineamientos y directrices.

Así mismo en el Art. 5 se plantean varios principios rectores que servirán para el ordenamiento territorial. En el numeral 1 del presente artículo se menciona sobre la sustentabilidad como uno de los principios básicos, así que debe existir una gestión de competencias de ordenamiento territorial, así como la gestión y uso del suelo adecuado, que logre promover un desarrollo sustentable, manejo eficiente y racional de los recursos y una calidad de vida de las futuras generaciones.

## CAPÍTULO III METODOLOGÍA

### 3.1. Descripción del área de estudio

La subcuenca del río Ambi se encuentra ubicada geográficamente en la parte alta de la cuenca del río Mira, políticamente al sur oriente de la provincia Imbabura en la zona norte del Ecuador, tiene una superficie de 1070 km<sup>2</sup>. Dentro de la subcuenca se asientan 5 cantones como Antonio Ante, Cotacachi, Ibarra, Otavalo y Urququí que tienen área de influencia territorial (Figura 3).



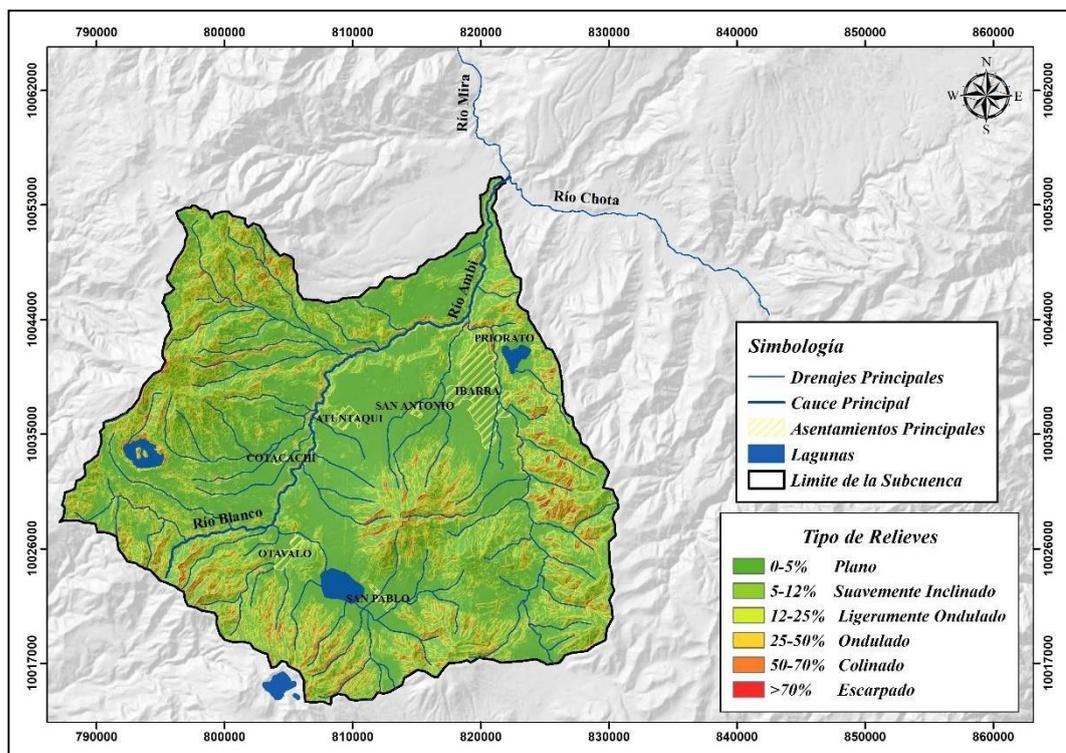
**Figura 3.** Mapa de Ubicación de la Subcuenca del río Ambi

El área de influencia territorial del cantón Antonio Ante es de 79,61 km<sup>2</sup> del área total de la subcuenca, de la misma manera, Cotacachi con una superficie de 223,65 km<sup>2</sup>, Ibarra con 330,95 km<sup>2</sup>, San Miguel de Urququí con 109,85 km<sup>2</sup> y Otavalo con 325,96 km<sup>2</sup>. Además, dentro del nivel de gobierno parroquial existe 24 parroquias con área de influencia dentro de la subcuenca (Tabla 3).

**Tabla 3.** División Político-Administrativa de la subcuenca

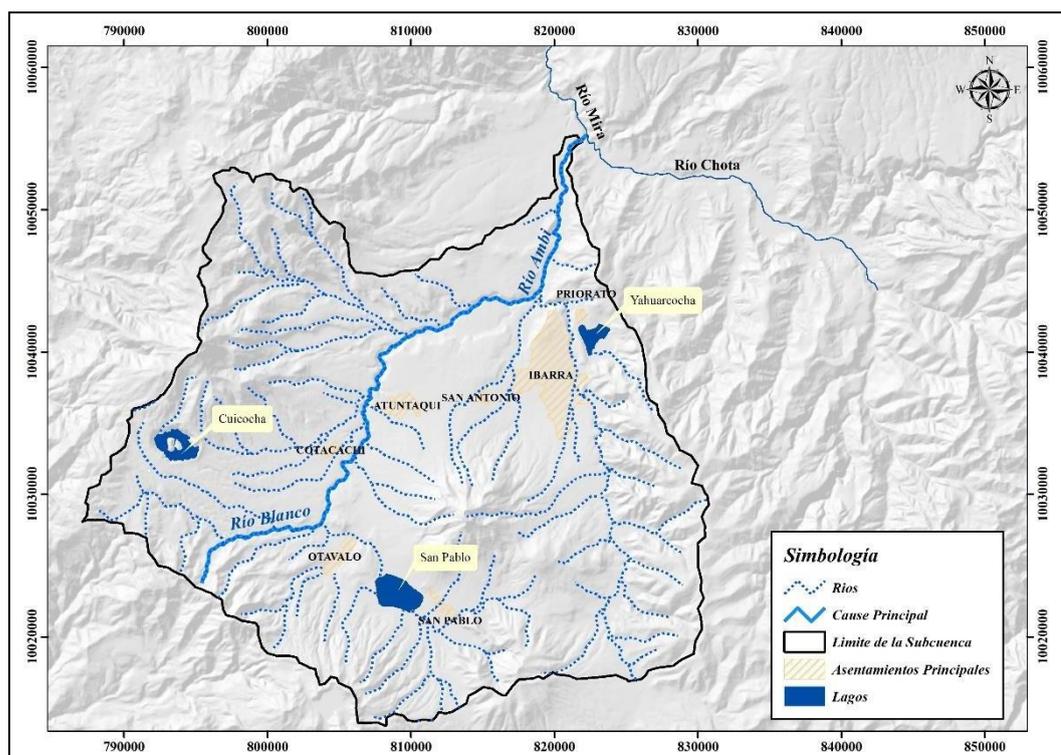
| Sub-<br>cuenc<br>a       | Cantón       | Parroquia             | Área de Influencia en la subcuenca |                    |
|--------------------------|--------------|-----------------------|------------------------------------|--------------------|
|                          |              |                       |                                    | (Km <sup>2</sup> ) |
| Río<br>Ambi              | Antonio ante | San Roque             | 18,25                              | 79,61              |
|                          |              | Atuntaqui             | 22,38                              |                    |
|                          |              | San José de Chaltura  | 17,08                              |                    |
|                          |              | Imbaya                | 11,42                              |                    |
|                          |              | San Fco. De Natabuela | 10,49                              |                    |
|                          | Cotacachi    | Quiroga               | 33,63                              | 223,65             |
|                          |              | Cotacachi             | 72,29                              |                    |
|                          |              | Plaza Gutiérrez       | 12,41                              |                    |
|                          |              | Imantag               | 105,32                             |                    |
|                          | Ibarra       | Angochagua            | 114,80                             | 330,95             |
|                          |              | La Esperanza          | 35,03                              |                    |
|                          |              | San Antonio           | 29,25                              |                    |
|                          |              | San Miguel de Ibarra  | 149,23                             |                    |
|                          |              | Salinas               | 2,64                               |                    |
|                          | Otavalo      | González Suárez       | 44,80                              | 325,96             |
|                          |              | San Rafael            | 17,54                              |                    |
|                          |              | Eugenio Espejo        | 25,64                              |                    |
|                          |              | San Pablo             | 63,85                              |                    |
|                          |              | Doctor Miguel Egas    | 9,97                               |                    |
|                          |              | Cabezas               |                                    |                    |
| Otavalo                  |              | 70,71                 |                                    |                    |
| San Juan de Ilumán       |              | 20,50                 |                                    |                    |
| San José de Quichinche   |              | 72,94                 |                                    |                    |
| San Miguel de<br>Urququí | Urququí      | 46,87                 | 109,81                             |                    |
|                          | San Blas     | 62,94                 |                                    |                    |
| Total                    |              |                       | 1070                               |                    |

La subcuenca del río Ambi tiene una superficie que presenta una altitud que va desde los 1512 en su zona baja a los 4902 m.s.n.m en su zona alta, lo que permite tener variedad de pendientes formando diferentes tipos de relieves. El 47.32% del territorio tienen un relieve plano, seguido del 27,99% un tipo de relieve suavemente inclinado, luego un 14,63% relieve ligeramente ondulado, un 6,70% presenta un relieve ondulado, 2,66 % presenta un relieve colinado y 0,67 % un relieve escarpado. En estos dos últimos relieves las pendientes y altitudes han determinado las medidas de conservación y las prácticas de manejo del suelo en el territorio (Figura 4. Elaboración propia a partir del DEM que se obtuvo de la plataforma Earth Explorer).



**Figura 4.** Tipos de Relieve

El cauce principal es el río Ambi, el cual se conecta con el río Blanco que se origina desde el área del volcán Cotacachi, esta subcuenca se encuentra constituida por 9 microcuencas que además, poseen tres importantes sistemas lacustres como son: San Pablo, Yahuarcocha y Cuicocha (Figura 5).



**Figura 5.** Hidrografía Subcuenca del Río Ambi

Por otra parte, la subcuenca del río Ambi cuenta con una población alrededor de 280.881 habitantes según el VII censo de población y VI de vivienda del 2010. La parte de la cuenca baja es la que mayor densidad poblacional posee, debido al establecimiento de asentamientos. En este territorio, La riqueza cultural es diversa teniendo la presencia de diferentes grupos étnicos, en cuanto al plan de ordenamiento territorial de Imbabura (2015), como son: otavales, karankis, natabuelas, cayambis, mestizos y afroecuatorianos distribuidos tanto en las zonas rurales como urbanas. En abastecimiento de servicios básicos las partes urbanas tienen la mayor cobertura y en las zonas rurales existe falta de cobertura de servicios básicos. Por otra parte, en cuanto al rol de sus asentamientos, Ibarra al ser capital provincial, es considerada como centro administrativo y de prestación de servicios y los demás asentamientos considerados como generadores de ingresos económicos. En este tipo de asentamiento se tiene como principales actividades económicas las siguientes: la manufactura especialmente la industria textil, la construcción, el comercio y la actividad agropecuaria, de la cual se puede identificar la utilización de variedad de cultivos entre permanentes, transitorios y asociados (Gobierno Provincial de Imbabura, 2015-2035).

## **3.2. Métodos**

El trabajo de investigación tuvo un enfoque holístico, y presenta una investigación mixta. Es decir, contiene elementos de análisis cuantitativo y cualitativo. Además, es una investigación de tipo no experimental transversal. El proceso metodológico de la presente investigación se dividió en tres etapas y se realizó en coordinación con el Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Imbabura y el Ministerio de Ambiente Dirección Provincial de Imbabura.

### **3.2.1 Etapa 1: Determinación de indicadores de salud socio ecológico para la subcuenca del río Ambi.**

Para la determinación de indicadores se utilizó como base los Indicadores del Reporte de Salud para las Cuencas Binacionales Mira- Mataje proyecto liderado por WWF Colombia (2019). Bajo la dirección de WWF Colombia se obtuvieron 29 indicadores enfocados en 4 categorías: Agua, Biodiversidad, Riesgo Climático y Gobernanza y 3 indicadores de los planes de ordenamiento y manejo de cuencas de Colombia (Tabla 4).

**Tabla 4.** Indicadores de salud socio ecológica

| <b>COMPONENTES</b>          | <b>INDICADORES</b>                           |
|-----------------------------|--|
| <b>Agua</b>                 | Calidad de Agua                              |
|                             | Retención y Regulación Hídrica               |
| <b>Biodiversidad</b>        | Cobertura Natural de La Tierra               |
|                             | Presencia de Aves endémicas                  |
|                             | Criticidad Ambiental (POMCAS)                |
| <b>Riesgo<br/>Climático</b> | Consecuencias en Población<br>Humana         |
|                             | Ocurrencia de Inundación y<br>Deslizamientos |
|                             | Ocurrencia de Fuegos                         |
|                             | Supervivencia Infantil                       |
| <b>Gobernanza</b>           | Relaciones Socioambientales                  |
|                             | Oportunidades de Gobernanza                  |
|                             | Presión demográfica (POMCAS)                 |

Estos indicadores fueron seleccionados por tres criterios de selección que se detallan a continuación:

**Importancia:** Este criterio responde a la pregunta ¿qué importancia tendrá el indicador para el reporte de salud socio ecológica? y también, ¿Cómo contribuye la información a la realización del reporte y determinación de líneas estratégicas? Se califico en tres categorías alta, media y baja.

**Redundancia:** Este criterio establece la identificación de la complementariedad que tiene un indicador con otro. Para ello, se realizó la elección de indicadores del reporte de salud de cuenca y los planes de ordenamiento y manejo de cuencas. Se califico en tres categorías alta, media y baja.

Prioridad: En este criterio, se analizó la cantidad y la disponibilidad de información, que existe para cada indicador en el área de estudio. Se calificó en tres categorías alta, media y baja.

### 2.2.1.1 Calificación multicriterio

Después de realizar la calificación multicriterio de importancia, redundancia y prioridad se seleccionó seis indicadores entre los 29 propuestos por la WWF-Colombia (2019), en el reporte de salud de cuenca Mira Mataje. Cuatro de estos indicadores fueron seleccionados por su importancia, mientras que los dos últimos por su redundancia. De esta forma, el componente agua y riesgo climático consta de un índice e indicador a diferencia de los componentes biodiversidad y gobernanza que se seleccionaron 2 índices para cada uno (Tabla 5).

**Tabla 5.** Selección de índices e indicadores

| Componentes             | Índices e Indicadores                     | Criterios de Selección |             |           | Seleccionado |
|-------------------------|---|------------------------|-------------|-----------|--------------|
|                         |   | Importancia            | Redundancia | Prioridad |              |
| <b>Agua</b>             | Calidad de Agua                           | Alta                   | Baja        | Baja      | X            |
|                         | Retención y Regulación Hídrica            | Media                  | Baja        | Baja      |              |
| <b>Biodiversidad</b>    | Cobertura Natural de La Tierra            | Alta                   | Baja        | Alta      | X            |
|                         | Presencia de Aves endémicas               | Media                  | Baja        | Media     |              |
|                         | Criticidad Ambiental (POMCAS)             | Media                  | Alta        | Alta      | X            |
| <b>Riesgo Climático</b> | Consecuencias en Población Humana         | Baja                   | Alta        | Baja      |              |
|                         | Ocurrencia de Inundación y Deslizamientos | Alta                   | Baja        | Alta      | X            |
|                         | Ocurrencia de Fuegos                      | Media                  | Baja        | Media     |              |
| <b>Gobernanza</b>       | Supervivencia Infantil                    | Baja                   | Baja        | Baja      |              |
|                         | Relaciones Socioambientales               | Media                  | Baja        | Media     |              |
|                         | Oportunidades de Gobernanza               | Alta                   | Baja        | Baja      | X            |
|                         | Presión demográfica (POMCAS)              | Media                  | Alta        | Alta      | X            |

### 3.2.2 Etapa 2: Zonificación de la subcuenca del río Ambi en base a los indicadores de salud socio-ecológicos.

#### 3.2.2.1 Zonificación de la subcuenca

Se utilizó el Modelo de Elevación Digital (DEM) a una resolución espacial de 30 metros que se obtuvo de la plataforma Earth Explorer. Este permitió obtener las altitudes presentes en el área de la subcuenca. Se definió tres zonas según su nivel de altitud. Para la definición de las zonas se calculó el desnivel que presenta y se realizó una modificación de acuerdo con las unidades ambientales que presenta la zona, incluyendo todas las áreas de páramos que quedan dentro de la zona alta. La zona alta con una altitud desde 3500 hasta los 4902 m.s.n.m. con un área de 202,44 km<sup>2</sup>, la zona media con una altitud desde 2590 hasta los 3500 m.s.n.m. y un área de 544,53 km<sup>2</sup> y la zona baja desde 1512 hasta los 2590 m.s.n.m. y un área de 359.25 km<sup>2</sup>. En cada zona se aplicó los 6 indicadores seleccionados y se zonificó la salud por sector territorial (Figura 6).

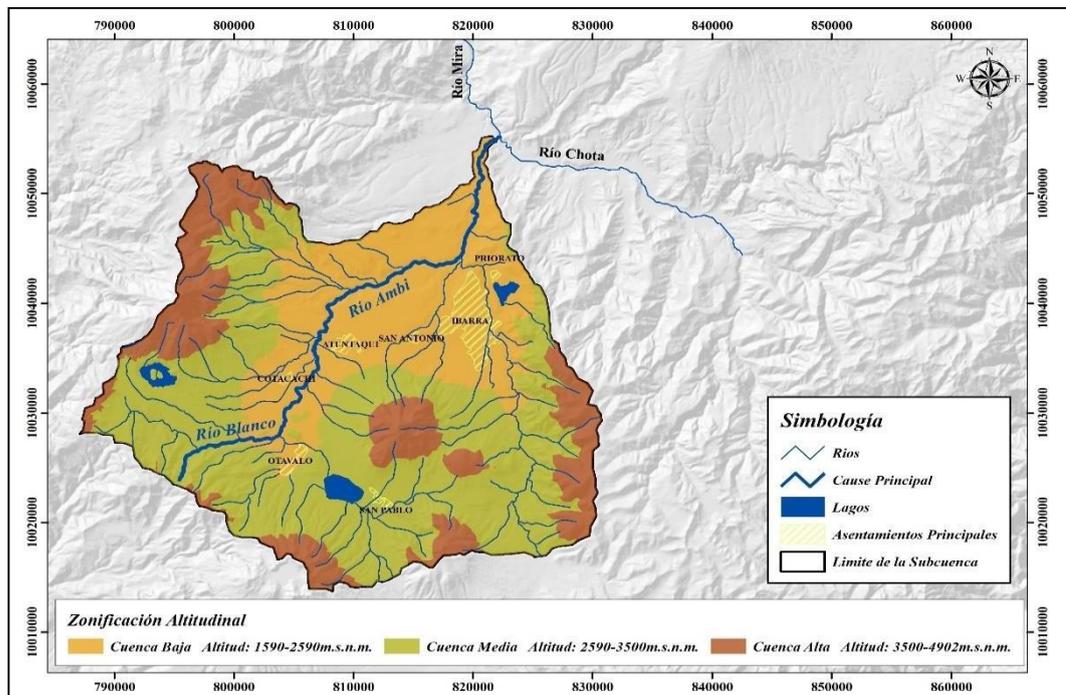


Figura 6. Zonificación de la Subcuenca del río Ambi

### **3.2.2.2 Cálculo de los índices e indicadores y de los componentes de Salud Socio Ecológica**

Se realizó el cálculo para cada indicador seleccionado dentro del componente al que corresponda, el cual puede ser: agua, biodiversidad, riesgo climático y gobernanza. Tanto el cálculo de los indicadores como el de sus respectivos componentes se detallan a continuación:

#### **3.2.2.2.1 Componente agua**

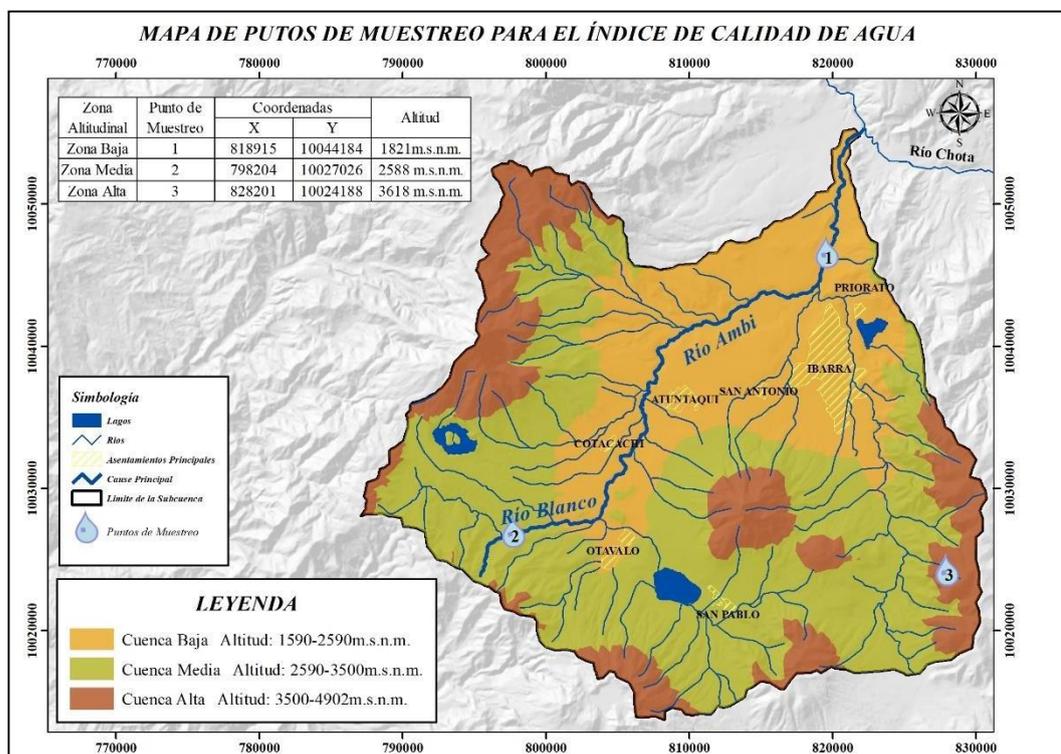
Para el componente agua se consideró el índice de calidad de agua (ICA) planteado en el reporte de salud de cuenca Mira – Mataje. Este índice da un valor numérico que visibiliza el estado de calidad de agua tanto en las diferentes zonas altitudinales, como en la superficie global de la subcuenca. Al ser el único indicador, el valor que se obtuvo también representó el valor del Componente.

- **Calidad de agua**

Para la aplicación de este indicador se realizó en dos secciones, el primero se hizo un levantamiento de información mediante la toma de muestras de calidad de agua y la segunda la aplicación del ICA usando 5 variables para su aplicación: potencial de hidrógeno, oxígeno disuelto, sólidos suspendidos totales, demanda química de oxígeno y conductividad eléctrica.

- ✓ **Levantamiento de información**

Para el levantamiento de información se realizó la selección de un punto de ubicación para la toma de muestra en cada zona altitudinal. Así, se obtuvo tres puntos de muestreo en las siguientes coordenadas y altitud (Figura 7).



**Figura 7.** Mapa de Puntos de muestreo de calidad de agua

Luego se realizó la toma de la muestra cuidadosamente en un envase de botella de polietileno con volumen de 1 Litro. Las muestras recolectadas se las colocó en un enfriador con paquetes de gel para su transporte al laboratorio de EMAPA-I quien fue la institución encargada del análisis de cada una de las muestras mediante la aplicación de Standard Methods edición 23 del año 2017 para el análisis de cada variable. Los resultados del análisis de las variables fueron entregados con un tiempo de demora de 3 días. Después, se realizó la segunda sección que fue la aplicación de índice de calidad de agua, este índice se obtuvo después de aplicar la ecuación 1 (IDEAM, 2013).

$$\text{Ecuación 1: } ICA_{njt} = \sum_{i=1}^n W_i \times I_{ikjt}$$

ICA: Es el Índice de calidad del agua de una determinada corriente superficial en la estación de monitoreo de la calidad del agua j en el tiempo t, evaluado con base en n variables.

Wi: Es el ponderador o peso relativo asignado a la variable de calidad i.  $ikjt$

I: Es el valor calculado de la variable i (obtenido de aplicar la curva funcional o ecuación correspondiente), en la estación de monitoreo j, registrado durante la medición realizada en el trimestre k, del período de tiempo t.

n: Es el número de variables de calidad involucradas en el cálculo del indicador; n es igual a 5, o 6 dependiendo de la medición del ICA que se seleccione.

Finalmente, los valores obtenidos fueron clasificados mediante una escala de calificación porcentual. (Tabla 6).

**Tabla 6.** Referencia de Calificación del índice de calidad de agua.

| Categorías de valores que puede tomar el indicador | Referencia de Calificación ICA |                  |
|--|--------------------------------|------------------|
|  | Porcentaje                     | Calificación     |
| <b>0,91 - 1,00</b>                                 | 80-100%                        | <b>Excelente</b> |
| <b>0,71 - 0,90</b>                                 | 60-80%                         | <b>Bueno</b>     |
| <b>0,51 - 0,70</b>                                 | 40-60%                         | <b>Regular</b>   |
| <b>0,26 - 0,50</b>                                 | 20-40%                         | <b>Bajo</b>      |
| <b>0 - 0,25</b>                                    | 0-20%                          | <b>Muy Bajo</b>  |

### 3.2.2.2.2 Componente biodiversidad

El componente de Biodiversidad es representado por dos índices: el índice porcentaje de cobertura natural (WWF-Colombia, 2019) y el de criticidad ambiental (Márquez 2000).

- **Índice de porcentaje de cobertura natural**

Este índice hace una relación del área de cobertura natural en cada zona altitudinal con respecto al total de esta. Se uso información del mapa de uso y cobertura del Ecuador continental 2016, y se empleó las categorías presentadas por Ministerio de Ambiente del Ecuador (2017), para la clasificación de cobertura natural (Tabla 7).

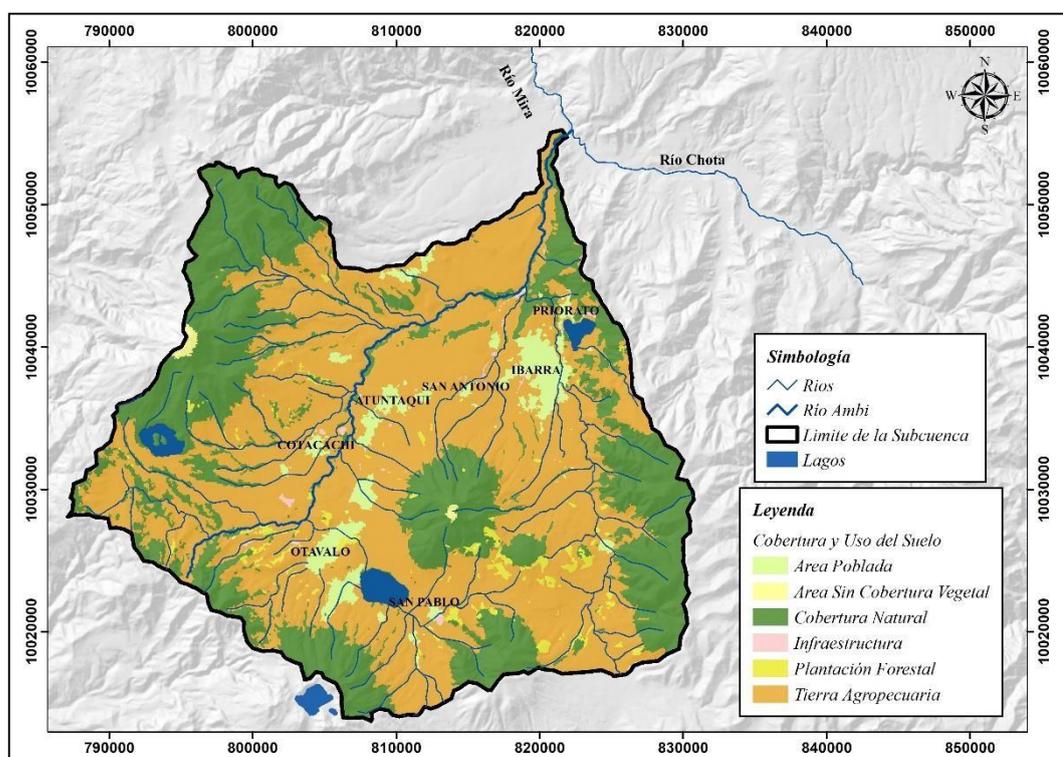
**Tabla 7.** Categorías utilizadas para la clasificación de Cobertura Natural

|                          | Bosque                             | Bosque Nativo        |
|--------------------------|------------------------------------|----------------------|
| <b>Cobertura Natural</b> | Vegetación Arbustiva<br>y Herbácea | Vegetación Arbustiva |
|                          |                                    | Páramo               |
|                          |                                    | Vegetación Herbácea  |
|                          | Cuerpo de Agua                     | Natural              |
|                          |                                    | Artificial           |

**Fuente:** Ministerio Ambiente del Ecuador, 2017

Después se realizó la clasificación de estas categorías mediante la utilización de información cartográfica tipo Shapefile de cobertura y uso de suelo de Ecuador continental del 2016 para la delimitación de la subcuenca del río Ambi. De esta manera, se llegó a obtener un mapa del porcentaje de cobertura natural de esta área (Figura 8). Luego, se realizó la aplicación de la ecuación 2 y se obtuvo la respectiva calificación para este índice.

$$\text{Ecuación 2: } IPC = \frac{\text{Área de Cobertura Natural en la zona altitudinal}}{\text{Área Total de la zona altitudinal}} \times 100$$



**Figura 8.** Mapa de Cobertura Natural de la Subcuenca del río Ambi

Finalmente, los valores obtenidos fueron clasificados mediante una escala de calificación porcentual. (Tabla 8).

**Tabla 8.** Referencia de Calificación del índice de porcentaje de cobertura natural.

| Referencia de Calificación IPC |              |
|--------------------------------|--------------|
| Porcentaje                     | Calificación |
| 80-100%                        | Excelente    |
| 60-80%                         | Bueno        |
| 40-60%                         | Regular      |
| 20-40%                         | Bajo         |
| 0-20%                          | Muy Bajo     |

- **Índice criticidad ambiental**

El presente índice es la combinación de dos índices: a) el porcentaje de cobertura natural y b) el índice de presión demográfica y se calculó mediante la aplicación de la ecuación 3. (Márquez, 2000).

Ecuación 3:  $ICA = IPC \times IPD$

Para este índice los valores se obtuvieron identificando el valor porcentual de cobertura natural y la escala de presión que tiene cada zona (Tabla 9).

**Tabla 9.** Referencia de Calificación del índice de Criticidad ambiental.

| <b>REFERENCIA DE CALIFICACIÓN ICA</b> |              |                    |                      |                |                           |                     |
|---------------------------------------|--------------|--------------------|----------------------|----------------|---------------------------|---------------------|
| <b>IPC</b>                            | <b>IPD</b>   |                    |                      |                | <b>Valores del Índice</b> | <b>Calificación</b> |
| <b>Porcentaje</b>                     | <b>&lt;1</b> | <b>&gt;1&lt;10</b> | <b>&gt;10&lt;100</b> | <b>&gt;100</b> |                           |                     |
| <b>80-100%</b>                        | <b>I</b>     | <b>I</b>           | <b>II</b>            | <b>II</b>      | <b>I</b>                  | <b>Excelente</b>    |
| <b>60-80%</b>                         | <b>I</b>     | <b>I</b>           | <b>II</b>            | <b>II</b>      | <b>II</b>                 | <b>Bueno</b>        |
| <b>40-60%</b>                         | <b>II</b>    | <b>II</b>          | <b>III</b>           | <b>III</b>     | <b>III</b>                | <b>Regular</b>      |
| <b>20-40%</b>                         | <b>III</b>   | <b>III</b>         | <b>IV</b>            | <b>IV</b>      | <b>IV</b>                 | <b>Bajo</b>         |
| <b>0-20%</b>                          | <b>III</b>   | <b>III</b>         | <b>IV</b>            | <b>V</b>       | <b>V</b>                  | <b>Muy Bajo</b>     |

### 3.2.2.2.3 Componente de riesgo climático

El componente de Riesgo climático es representado por el indicador de ocurrencias de inundaciones y deslizamientos. Este indicador calificó el número de ocurrencias de estos dos eventos naturales. Al ser el único indicador, el valor que se obtuvo también representó el valor del Componente.

- **Indicador ocurrencias de inundaciones y deslizamientos**

Para este indicador se utilizó información de la base de datos DESINVENTAR (2019) y registros del Servicio de Gestión de Riesgos y Emergencias del Ecuador para el año 2014 al 2019 y se aplicó la ecuación 4.

Ecuación 4:  $n_{et} = n_{ee} + n_{erm}$

*net*: Ocurrencia de inundación y deslizamiento para el período 2014 – 2018 en la zona altitudinal n.

*nee*: Número de eventos de inundación en el período 2014-2018 en la zona altitudinal n.

*nerm*: Número de eventos de deslizamiento para el período 2014-2018 en la zona altitudinal n.

Los valores de este indicador se obtuvieron usando como referencia los máximos y mínimos observados en el análisis histórico de los datos. A través de este proceso se estableció los rangos de la calificación del indicador (Tabla 10).

**Tabla 10.** Referencia de Calificación del indicador de Inundación y deslizamientos

| <b>Valores del indicador<br/>(Reclasificación)</b> | <b>Calificación</b> |
|--|---------------------|
| <b>0 – 9,8</b>                                     | <b>Excelente</b>    |
| <b>9,8 – 19,16</b>                                 | <b>Bueno</b>        |
| <b>19,16 – 29,4</b>                                | <b>Regular</b>      |
| <b>29,4 – 39,2</b>                                 | <b>Bajo</b>         |
| <b>39,2 - 49</b>                                   | <b>Muy Bajo</b>     |

#### **3.2.2.2.4 Componente gobernanza ambiental**

Para el componente de gobernanza se utilizó el índice de presión demográfica que califica la tasa de densidad poblacional por cada zona altitudinal. Otro indicador

que se tomó en cuenta es oportunidad de gobernanza que según WWF-Colombia (2019), tiene como objetivo representar la oportunidad que genera tener constituidos diferentes esquemas de planificación y ordenación del territorio. Finalmente, al ser un componente constituido por dos índices, el valor del componente es el producto del promedio de sus índices (Ecuación)

$$\text{Ecuación 8: Calificación del Componente} = \frac{\Sigma(\text{Resultado de los índices})}{\# \text{ de índices del componente}}$$

- **Índice presión demográfica**

Este índice muestra la presión social sobre la oferta ambiental. De esta forma puede indicar que a mayor densidad mayor demanda ambiental y viceversa, para este índice se utilizó la información del VI censo de población y VII de vivienda realizado en el 2010 por el Instituto Nacional De Estadística y Censo (2010) (Tabla 11). Se utilizó dos variables densidad poblacional y tasa de crecimiento intercensal y se aplicó la ecuación 5 (Márquez, 2000).

$$\text{Ecuación 5: } IPD = Dxr$$

D: Es la densidad poblacional

r: Es la tasa de crecimiento intercensal

**Tabla 11.** Censo de Población del 2010 de cantones y parroquias de la subcuenca del río Ambi.

| <b>Cantón</b>       | <b>Parroquias</b>          | <b>2010</b> | <b>taza de c</b> |
|---------------------|----------------------------|-------------|------------------|
| <b>Urcuquí</b>      | Urcuquí                    | 5205        | 1,62%            |
|                     | Pablo Arenas               | 2118        | 0,39%            |
|                     | San Blas                   | 3015        | 0,82%            |
| <b>Ibarra</b>       | Ibarra                     | 139721      | 2,02%            |
|                     | Angochagua                 | 3263        | -1,60%           |
|                     | La Esperanza               | 7363        | 1,09%            |
|                     | Salinas                    | 1741        | 0,30%            |
|                     | San Antonio                | 17522       | 2,50%            |
|                     | Atuntaqui                  | 23299       | 2,14%            |
| <b>Antonio Ante</b> | Imbaya                     | 1279        | 1,57%            |
|                     | San Francisco De Natabuela | 5651        | 3,07%            |
|                     | San José De Chaltura       | 3147        | 1,14%            |
|                     | San Roque                  | 10142       | 1,83%            |
|                     | Cotacachi                  | 17139       | 1,48%            |
| <b>Cotacachi</b>    | Apuela                     | 1824        | -0,51%           |
|                     | Imantag                    | 4941        | 0,65%            |
|                     | Plaza Gutiérrez            | 496         | -3,06%           |
|                     | Quiroga                    | 6454        | 1,65%            |
|                     | Otavalo                    | 52753       | 1,98%            |
| <b>Otavalo</b>      | Dr. Miguel Egas Cabezas    | 4883        | 1,59%            |
|                     | Eugenio Espejo             | 7357        | 2,26%            |
|                     | González Suarez            | 5630        | 0,63%            |
|                     | San José De Quichinche     | 8476        | 1,63%            |
|                     | San Juan De Ilumán         | 8584        | 1,92%            |
|                     | San Pablo                  | 9901        | 0,93%            |
|                     | San Rafael                 | 5421        | 1,44%            |

Para el índice de presión demográfica se obtuvo los valores mediante las escalas presentada por Márquez (2000), (Tabla 12).

**Tabla 12.** Referencia de Calificación del índice de Presión Demográfica

| <b>Valores de referencia del IPD</b> | <b>Calificación</b> |
|--------------------------------------|---------------------|
| <1                                   | Excelente           |
| >1<10                                | Bueno               |
| >10<100                              | Regular             |
| >100                                 | Muy Bajo            |

- **Indicador de oportunidades de gobernanza**

Este indicador utilizó los instrumentos aplicados para la planificación en el territorio. Identificando, la jerarquía del instrumento, el área que cubre de cada zona altitudinal, el nivel de gobernanza presentado en la zona en cuanto a la presencia de instrumentos locales. Se realizó la revisión de los planes de ordenamiento planes manejo de cuencas Hidrográficas, Planes de Vida, Planes de Etnodesarrollo y Planes de Manejo de Áreas Protegidas (Tabla 13).

**Tabla 13.** Instrumentos de ordenamientos incluidos para el cálculo del indicador y su respectiva cualificación del Nivel de Gobernanza.

| <b>Instrumento</b>  | <b>Nivel de<br/>Gobernanza</b> |
|---|--------------------------------|
| Plan de Desarrollo Departamental, Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Provincial                                    | 1                              |
| Plan de Ordenamiento Territorial, Esquema de Ordenamiento Territorial, Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Cantonal | 2                              |
| Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Parroquial  | 3                              |
| Plan de Manejo de Área Protegida  | 4                              |
| Plan de Ordenamiento y Manejo de Cuenca Hidrográfica (POMCA), Plan de Vida, Plan de Etnodesarrollo.                           | 5                              |

A partir de los elementos mencionados anteriormente se calculó el Índice de Oportunidad de Gobernanza aplicando la ecuación 6 y 7.

Ecuación 6:  $iog = I \times E$

Donde:

*iog*: Índice de Oportunidad de Gobernanza

*I*: Número de instrumentos de ordenamiento contenidos en cada unidad de subcuenca

*E*: Esquema de Gobernanza, equivalente a:

Ecuación 7  $E = \sum(Ains \times Ng \times V)$

Donde:

*Ains*: Porcentaje de cada instrumento evaluado para la subcuenca n

*Ng*: Nivel de gobernanza del instrumento en la subcuenca n

*V*: Factor de vigencia del instrumento (1: Vigente; 0,33: vencido y 0: Sin instrumento)

En concordancia con los valores de calificación obtenidos de cada uno de los índices e indicadores de los 4 componentes: agua, biodiversidad, riesgo climático y gobernanza. Como un siguiente paso se realizó a los resultados de cada índice e indicador una conversión a un valor porcentual y a una escala sencilla y entendible, como es una calificación de 0 a 5. De esta manera, los resultados realizados esta conversión a escala y porcentaje indicó el estado de alerta representado por colores (Tabla 14).

**Tabla 14.** Conversión de calificación escala 0-5

| <b>Conversión</b> |                   |                        |
|-------------------|-------------------|------------------------|
| <b>Escala</b>     | <b>Porcentaje</b> | <b>Calificación</b>    |
| <b>4-5</b>        | 80-100%           | <b>Excelente</b>       |
| <b>3-4</b>        | 60-80%            | <b>Bueno</b>           |
| <b>2-3</b>        | 40-60%            | <b>Regular</b>         |
| <b>1-2</b>        | 20-40%            | <b>Bajo</b>            |
| <b>0-1</b>        | 0-20%             | <b>Muy Bajo</b>        |
| <b>-</b>          | <b>-</b>          | <b>Sin Información</b> |

Fuente: WWF,2019

### 3.2.2.3 Calificación de Salud Socio Ecológica por Zonas Altitudinales y Subcuenca del río Ambi

Se calculó el valor de los cuatro componentes: agua, riesgo climático, biodiversidad y gobernanza por las tres zonas altitudinales mediante la aplicación de la siguiente ecuación 8 para los componentes con más de un índice e indicador.

$$\text{Ecuación 8: Calificación del Componente} = \frac{\Sigma(\text{Resultado de los índices})}{\# \text{ de índices del componente}}$$

Una vez obtenido los valores de cada componente se calificó el estado de salud mediante la ecuación 9. Este proceso se repitió para las tres zonas altitudinales.

$$\text{Ecuación 9: } \textit{Calificación de salud} = \frac{\Sigma(\textit{Resultado de los componentes})}{\# \textit{ de componentes}}$$

En relación con lo anterior, obtenidos los resultados de las zonas altitudinales, se realizó el cálculo del estado de salud de la subcuenca. Se lo obtuvo mediante el promedio de los estados de salud de las tres zonas altitudinales aplicando la ecuación 10.

$$\text{Ecuación 10: } \textit{Calificación de salud río Ambi} = \frac{\Sigma(\textit{Resultado de las zonas altitudinales})}{\# \textit{ de zonas altitudinales}}$$

### **3.2.3 Etapa 3: Definición de líneas estratégicas para la conservación de la subcuenca del río Ambi.**

Esta etapa metodológica para la elaboración de las líneas de acción se dividió en dos secciones. En la primera se identificó los actores y en la segunda se construyó las líneas estratégicas como una progresión de la presión, estado y respuesta de los indicadores seleccionados.

#### **3.2.3.1 Identificación de actores**

El mapeo de actores estratégicos consistió en los siguientes tres pasos metodológicos:

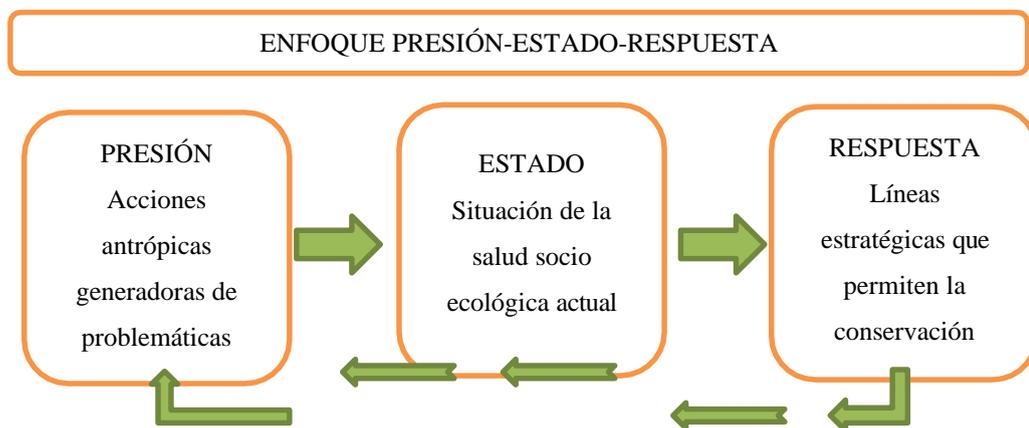
- Se obtuvo el área de influencia territorial a nivel parroquial y cantonal de la subcuenca del río Ambi mediante la utilización del Shapefile de división Político-Administrativa de Ecuador. Esta permitió identificar las jurisdicciones Administrativas dentro del límite de la subcuenca del río

Ambi. Esta información se obtuvo a través del Sistema Nacional de Información (SNI) del 2013.

- Se realizó la revisión de información secundaria como PDOT's de los diferentes niveles de gobiernos parroquial, cantonal y provincial.
- Se utilizó una metodología cualitativa de informantes clave o “*key speakers*” que es la identificación de informantes clave. Se realizó acercamientos con cuatro técnicos de diferentes instituciones gubernamentales, los que aportaron información necesaria para una identificación de actores estratégicos involucrados o asentados en la subcuenca. Además, los técnicos proporcionaron información para la continuidad y desarrollo de la presente investigación (Mendieta, 2015).

### 3.2.3.2 Construcción progresiva de las líneas estratégicas

Se realizó un análisis multicriterio con el fin de adaptar del esquema establecido por la Organización Para La Cooperación y El Desarrollo Económico (OCDE) que se basó en analizar Presión, Estado y Respuesta. (Figura 9), (Vásquez y García,2018).



**Figura 9.** Esquema Presión Estado Respuesta

El enfoque PER se divide en tres componentes: presión, estado y respuesta. El componente presión se definió mediante la calificación de los indicadores de salud socio ecológicas. El componente estado viene a ser la realidad en la que se encuentra el territorio específicamente en cada uno de los componente e indicadores. Por

último, el componente respuesta que son las acciones ha realizar para mejorar el estado de salud encontrado en la subcuena. Es decir, del resultado de los componentes e indicadores se obtuvo las diferentes líneas estratégicas. Este procedimiento se repitió por las tres zonas altitudinales del área de estudio.

### 3.3 Materiales y equipos

Se utilizaron materiales de campo y materiales de oficina los cuales permitieron el cumplimiento de los objetivos planteados (Tabla 15).

**Tabla 15.** Materiales y Equipos

| <i><b>Materiales de<br/>Campo</b></i> | <i><b>Materiales de<br/>Oficina</b></i> |
|---------------------------------------|---|
| <i>GPS Garmin</i>                     | Computadora Asus                        |
| <i>Cámara Digital<br/>Nikon</i>       | Infocus Epson                           |
| <i>Botas de Caucho</i>                | Impresora Canon                         |
| <i>Poncho de Agua</i>                 | Hojas Papel Bon                         |
| <i>Libreta de Campo</i>               |   |
| <i>Papelotes</i>                      |   |
| <i>Marcadores</i>                     |   |
| <i>Envases</i>                        |   |
| <i>Enfriador</i>                      |   |
| <i>Gel Enfriador</i>                  |   |

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Determinación de los indicadores de salud socio ecológico para la subcuenca del río Ambi

Los indicadores de salud socio ecológico identificados fueron seis (6), los cuales por sus características fueron distribuidos en el Componente de Salud que corresponda (Tabla 16)

**Tabla 16.** Matriz de índices e indicadores seleccionados para la subcuenca del río Ambi

| Componente              | Índices e Indicadores  |
|-------------------------|--|
| <b>Agua</b>             | Calidad del Agua   |
|                         | Porcentaje de Cobertura Natural con Respecto al Área de la subcuenca |
| <b>Biodiversidad</b>    | Criticidad Ambiental   |
| <b>Riesgo Climático</b> | Ocurrencias de inundaciones y deslizamientos                         |
|                         | Nivel de Ordenamiento de la Subcuenca.                               |
| <b>Gobernanza</b>       | Presión demográfica  |

## **42 Zonificación de la subcuenca del río Ambi en base a los indicadores de salud socio-ecológicos**

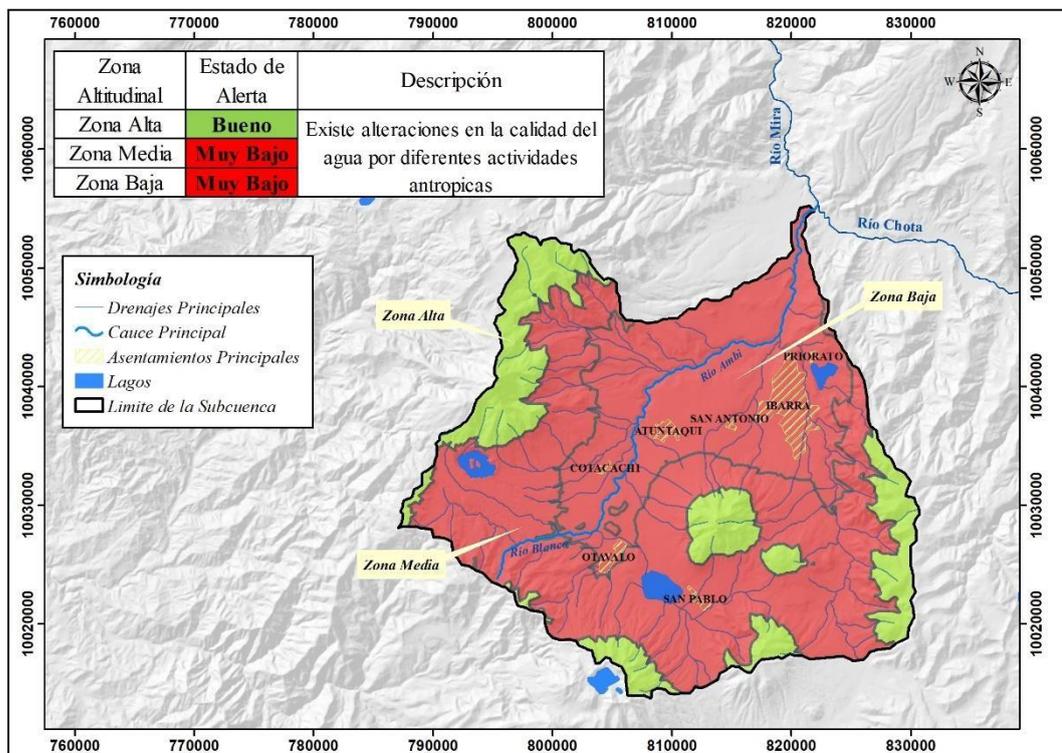
### **4.2.1 Cálculo de los indicadores y de los componentes de salud socio ecológica**

A continuación, se presentan los resultados de los índices e indicadores seleccionados para los componentes agua, biodiversidad, riesgo climático y gobernanza. Estos índices e indicadores dieron los siguientes valores para cada zona altitudinal:

#### **4.2.1.1. Componente agua**

- **Calidad de agua**

El índice de calidad de agua en la zona alta presentó un estado de alerta “bueno” con un resultado de 0,89 esto debido que es un área poco intervenida. En la parte media presentó un estado de alerta “muy bajo” con un resultado de 0,19. De igual manera en la parte baja presentó un estado de alerta “muy baja” con un resultado de 0. Estos resultados indican un estado de alteración en el cauce principal de agua presentes en la zona media y baja de la subcuenca. (Figura 10).



**Figura 10.** Calidad de Agua

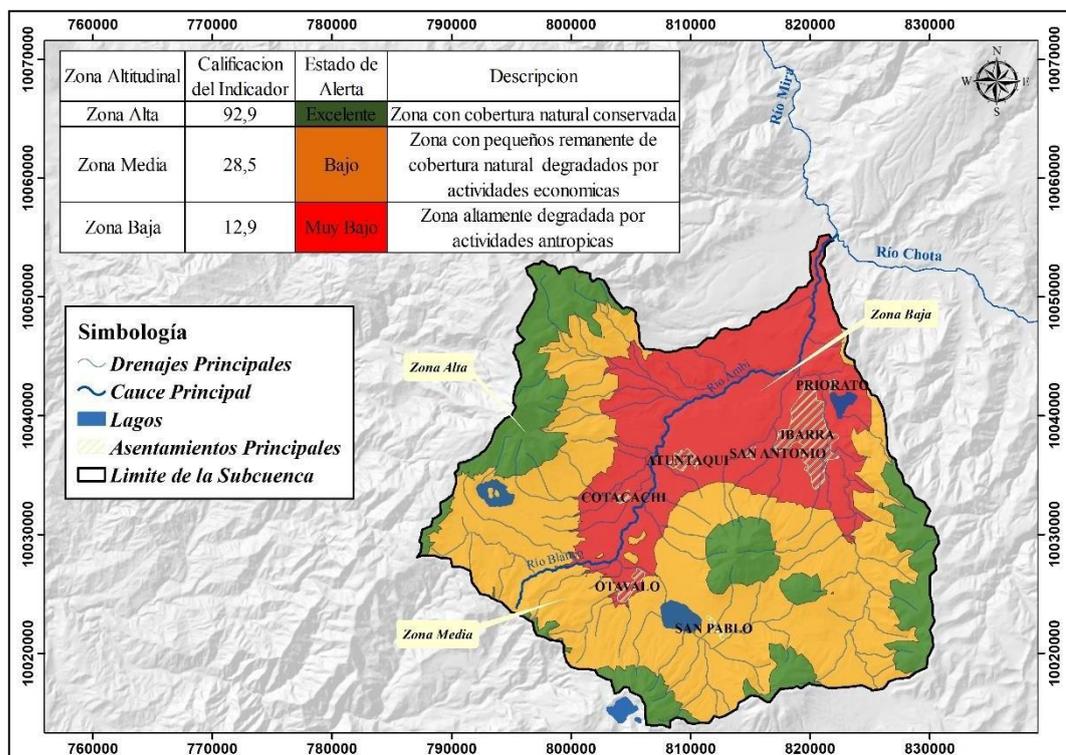
Este resultado se presentó, debido a que las actividades antrópicas desarrolladas en los puntos de muestreo son las agrícolas y ganaderas, las cuales presentan un uso excesivo de agroquímicos que afectan a los cursos de agua. Otra razón, son las descargas de aguas residuales, que según el VII de vivienda realizado en el 2010 evidencia que el 64,62% de viviendas tienen una descarga al alcantarillado público. Evidenciando que el 35,38% son otros tipos de descargas como: la directa a los ríos y quebradas, llegando a afectar su calidad. Estas causas de deterioro coincidirían con lo que señala Álvarez, Panta, Ayala y Acosta (2008) que la mayor fuente de contaminación es producida por las descargas a los cursos de agua, de la misma manera el crecimiento de la población, las actividades urbanas y agropecuarias insostenibles.

#### 4.2.1.2 Componente biodiversidad

Para este componente se calificó un índice e indicador los que obtuvieron los siguientes resultados:

- **Indicador porcentaje de cobertura natural**

El indicador de porcentaje de cobertura natural obtuvo en la zona alta un estado de alerta “Excelente”. Esto indicó que es una zona altamente conservada debido a que el 92,9% de su área es cobertura natural. Para la zona media un estado de alerta “Baja” con un porcentaje de 28,5% de cobertura natural dado que es un área con ciertos parches de bosque. Por último, para la zona baja un estado de alerta “muy baja” con un porcentaje de 12,9% de cobertura natural. Por ende, indica ser una zona que han sufrido transformaciones debido al cambio de uso de suelo por actividades antrópicas (Figura 11).

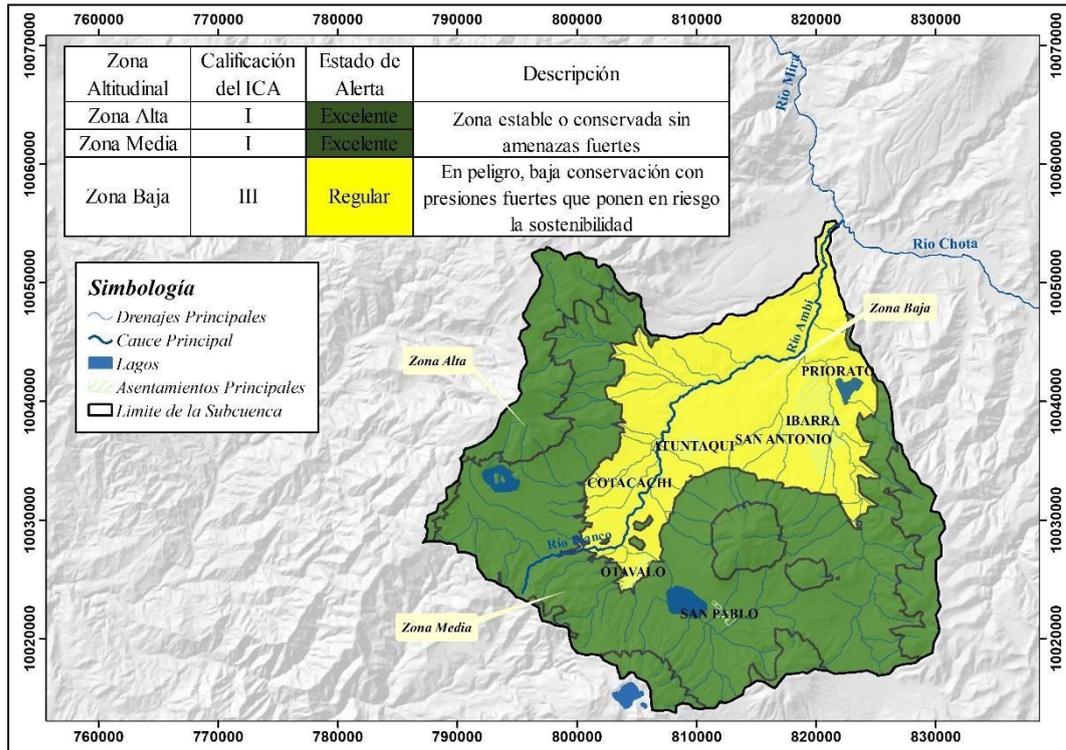


**Figura 11.** Calificación del Indicador Porcentaje de Cobertura Natural

- **Índice criticidad ambiental**

Este índice obtuvo un estado de alerta en la zona alta “excelente”, al igual que en la zona media. De este modo indicaron un estado estable de la subcuenca en cuanto a la relación estado/presión, eso quiere decir que son unas zonas conservadas.

Finalmente, para la zona baja se obtuvo un estado de alerta “regular” dado que tiene una baja conservación y presiones poblacionales fuertes a causa de las 6 principales zonas urbanas de los diferentes cantones como se observa en la Figura 12. Sin embargo, es una zona con probabilidades de sostenibilidad a largo plazo.



**Figura 12.** Calificación del Índice de Criticidad Ambiental

De esta manera, el componente de biodiversidad obtuvo estos resultados a causa del modelo de desarrollo local de los principales cantones de la provincia que como efecto han transformado el territorio. Según Pineda, Sendra, Gómez y Plata (2009), estos efectos son factores responsables del cambio del uso del suelo debido a que el modelo de desarrollo de los territorios en ocasiones es insostenible y generan presiones en el ambiente.

Por otra parte, la presencia de mayores zonas urbanas en la zona baja y su crecimiento poblacional, indican según el índice de criticidad ambiental una zona baja con menor calificación. Dado a que el aumento de población ha generado una

demanda de uso de recursos naturales, que por ende afectó de forma directa a la sostenibilidad en los territorios, con esto García, Gutiérrez, Pérez y Balderas (2011), señalan que el aumento poblacional es un factor principal que genera pérdida de la biodiversidad local, por el avance de la frontera agrícola y actividades urbanas.

#### **4.2.1.3 Componente riesgo climático**

Para este componente, el resultado para cada zona en cuanto al número de ocurrencias de inundaciones y deslizamientos fueron las siguientes:

- **Indicador ocurrencias de inundaciones y deslizamientos**

El Indicador de Ocurrencias de Inundaciones y Deslizamientos del componente de Riesgo Climático obtuvo un estado de alerta para la zona alta “Excelente”. Esto indica que existe una baja presencia de estos eventos. A diferencia de la zona media que obtuvo un estado de alerta “Regular” ante la presencia de eventos. Mientras que, para la zona baja un estado de alerta “muy bajo” evidenciando una zona con mayor ocurrencia de eventos de inundaciones y deslizamientos, debido a la presencia de fuertes precipitaciones (Figura 13).

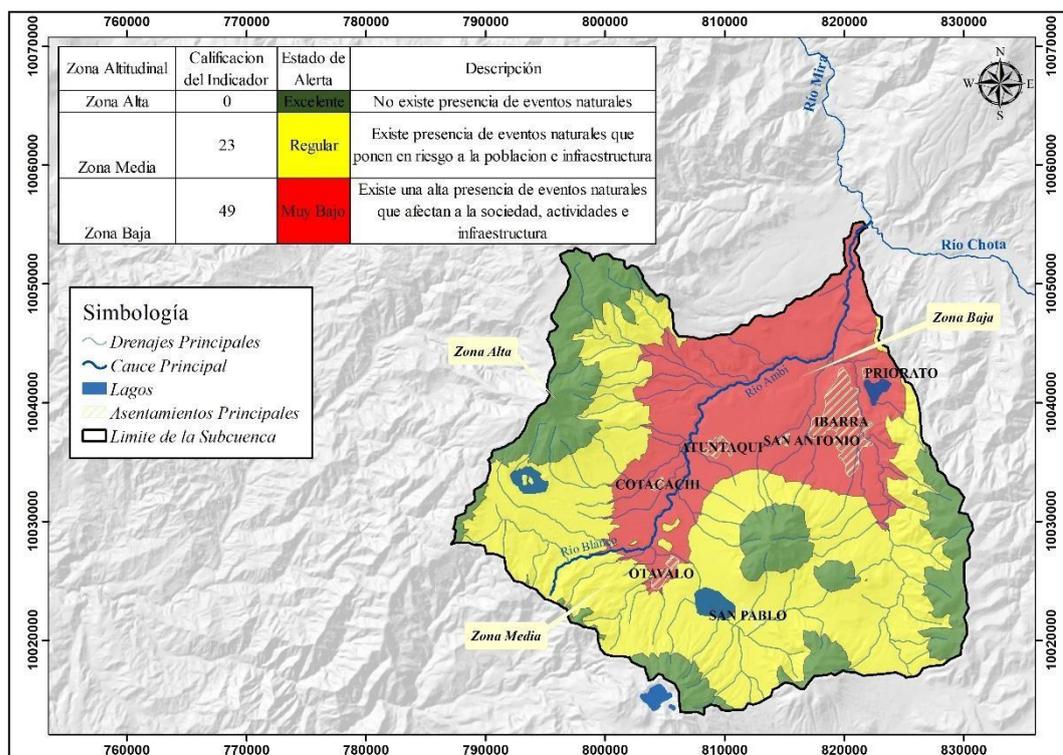


Figura 13. Indicador de Ocurrencias de Inundaciones y Deslizamientos

#### 4.2.1.4 Componente gobernanza

En el componente de gobernanza se determinó un índice e indicador que dieron los siguientes resultados:

- **Índice de presión demográfica.**

Para este índice se muestra un resultado similar para las 3 zonas altitudinales que dan un estado de alerta “bueno”. Lo que expresa, que la subcuenca tiene una población y amenazas crecientes pero normales en cuanto a su media de habitantes/km<sup>2</sup>. Dando a evidenciar sostenibilidad en las diferentes zonas de acuerdo con la presión demográfica (Figura 14).

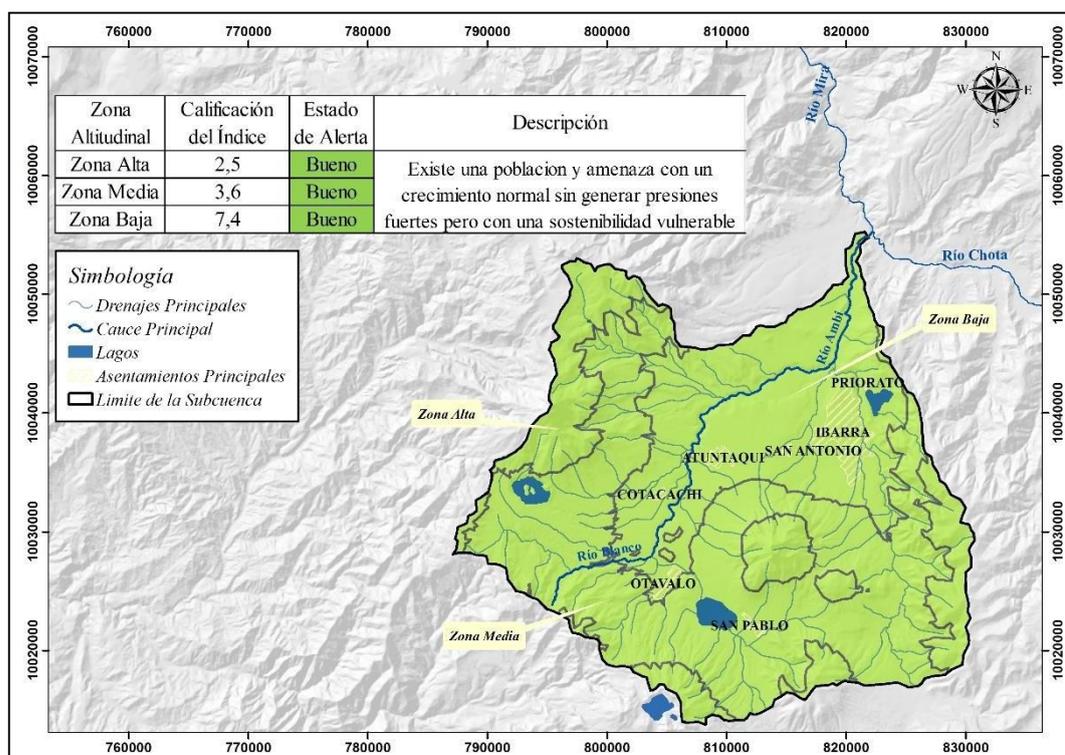
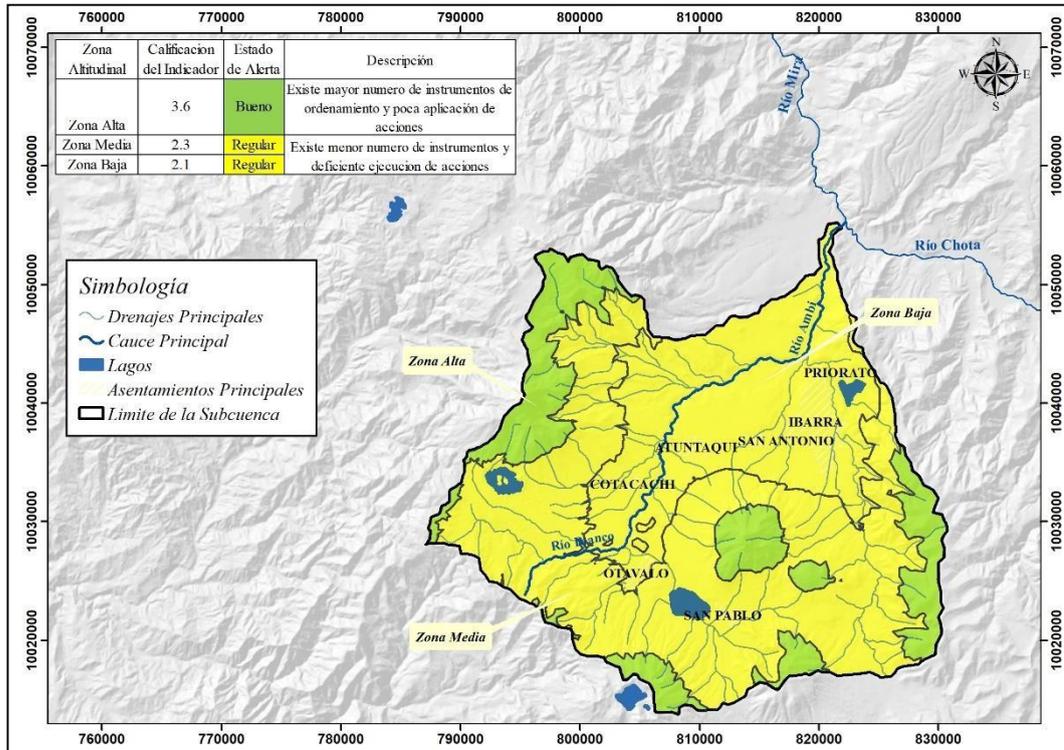


Figura 14. Indicador de Presión Demográfica

- **Indicador de oportunidades de gobernanza**

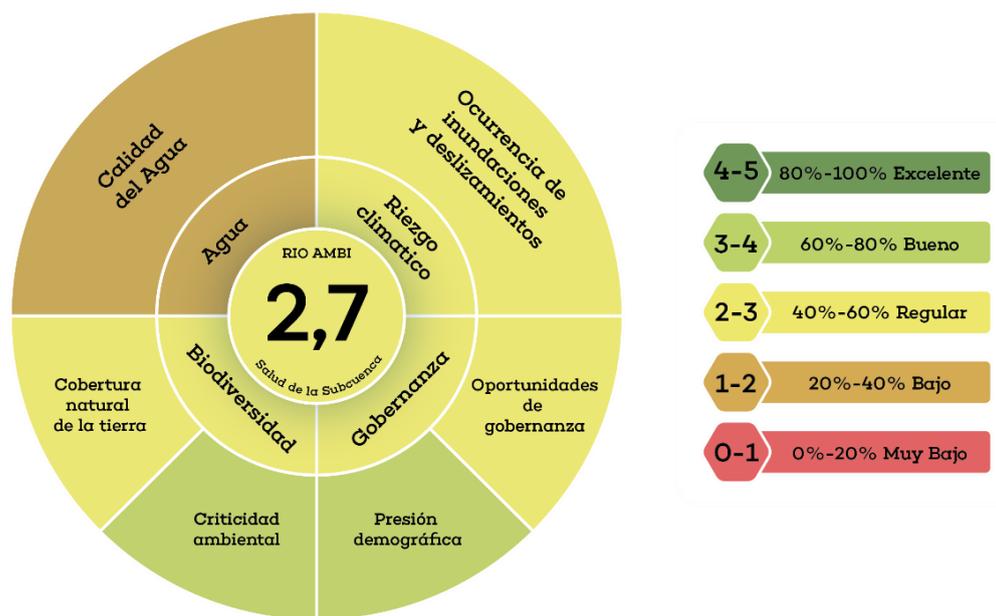
Para concluir el indicador de oportunidades de Gobernanza tuvo una calificación idéntica en la zona media y baja de un estado de alerta “Regular”. El cual se da por que en estas zonas existe debilidad en los instrumentos de planificación encontrados y su ejecución. Sin embargo, en la zona alta se presenta un estado de alerta “Bueno”, que de igual forma existe debilidad en los instrumentos de planificación con la diferencia que existe mayor ejecución de acciones en temas ambientales. Es necesario resaltar que es deficiente las acciones y presupuestos aplicados por los gobiernos autónomos descentralizados en cuanto a materia ambiental dando así estas calificaciones (Figura 15).



**Figura 15.** Indicador de Oportunidades de Gobernanza

#### 4.2.2 Calificación de las zonas altitudinales y subcuenca del río Ambi

El reporte de salud de la subcuenca del río Ambi, determina que el estado es de “alerta regular”. Debido a que el valor obtenido es de 2,7 sobre 5. La razón se debe a que tres de los 4 componentes calificaron en estado de “alerta regular” y únicamente el componente agua en estado de “alerta bajo”. (Figura 16).



**Figura 16.** Calificación de la subcuenca del río Ambi

Este estado de salud en la subcuenca se construye y a la vez se diferencia entre zona altitudinal de la subcuenca. La consecuencia inmediata es que la zona alta, media y baja presentaron diferentes reportes de salud que se detallan a continuación:

- **Zona alta**

En la zona alta se determinó un estado de alerta “Excelente” con una calificación de 4,2 sobre 5. Principalmente, por que los componentes biodiversidad y riesgo climático presentan un estado de salud excelente. Para el componente riesgo climático se aprecia ocurrencia nula de eventos naturales dando como consecuencia un estado de alerta “excelente”. Algo semejante ocurre en el componente biodiversidad que obtiene este estado de alerta debido a que tiene un gran porcentaje de cobertura natural conservada, baja presencia de asentamientos y presiones por actividades antrópicas.

Por otro lado, el componente agua se encuentra en un estado de alerta “bueno”. La razón sería que debido al estar en una zona altitudinal alta no existe presiones antrópicas en su cauce principal de agua. Finalmente, se encontró una gobernanza con un estado “bueno”, que indica una debilidad en las acciones de los instrumentos

de planificación presentes. Es decir, que no se ejecutan de la manera adecuada las acciones que presenta. Estos dos últimos componentes fueron los que influyen en la disminución del estado de salud en la zona alta de la subcuenca (Figura 17).

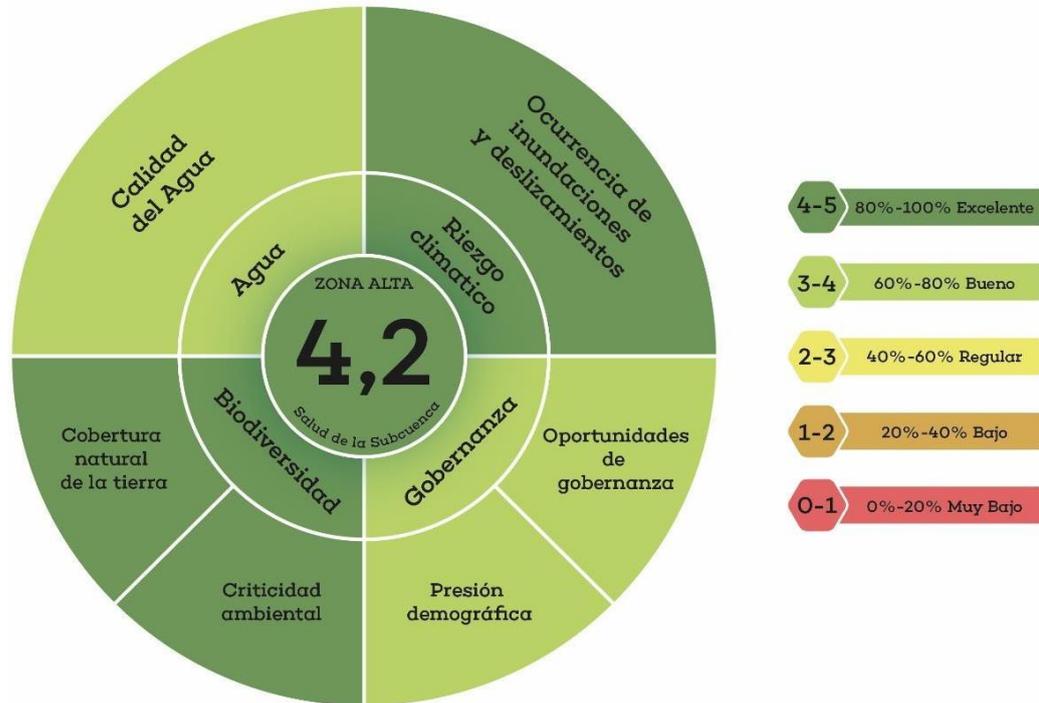
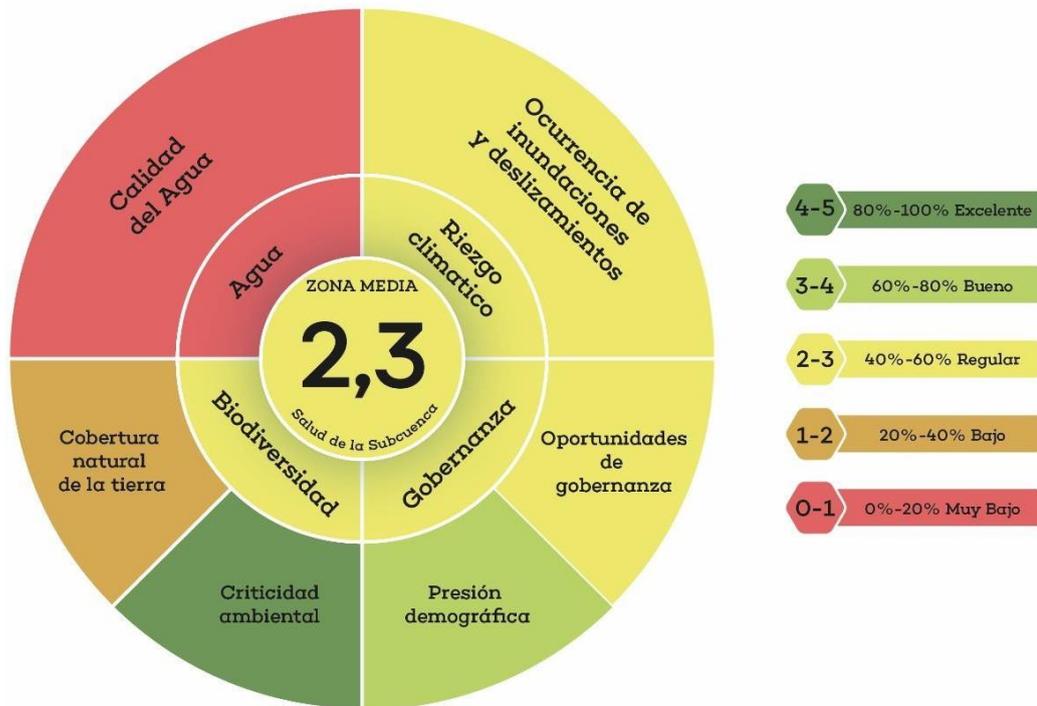


Figura 17. Calificación Zona Alta de la subcuenca

- **Zona media**

Por otra parte, la zona media presentó un estado de alerta “regular” con una calificación de 2,3 sobre 5. Aquí, se identificó un cambio en el comportamiento de los componentes riesgo climático y biodiversidad. En el caso de riesgo climático presenta un estado de alerta “regular”. Por motivo de que existe una presencia media de ocurrencia de eventos naturales, ya que es una zona medianamente alterada y con la presencia de pendientes pronunciadas. De igual forma es el estado de alerta para el componente de biodiversidad dado que, por el cambio de uso de suelo el porcentaje de cobertura natural disminuye. Por otra parte, el componente agua por tener áreas productivas y zonas urbanas que generan residuos líquidos que contaminan los cauces obtuvo un estado de alerta “Muy bajo”.

Por último, el componente de gobernanza destaca su indicador de presión demográfica con un estado de alerta “bueno”, ya que el número de habitantes por kilómetro cuadrado no sobrepasa la media estimada. No obstante, el indicador oportunidades de gobernanza sumado a la presión demográfica reducen la calificación del componente. (Figura 18).



**Figura 18.** Calificación Zona Media de la subcuenca

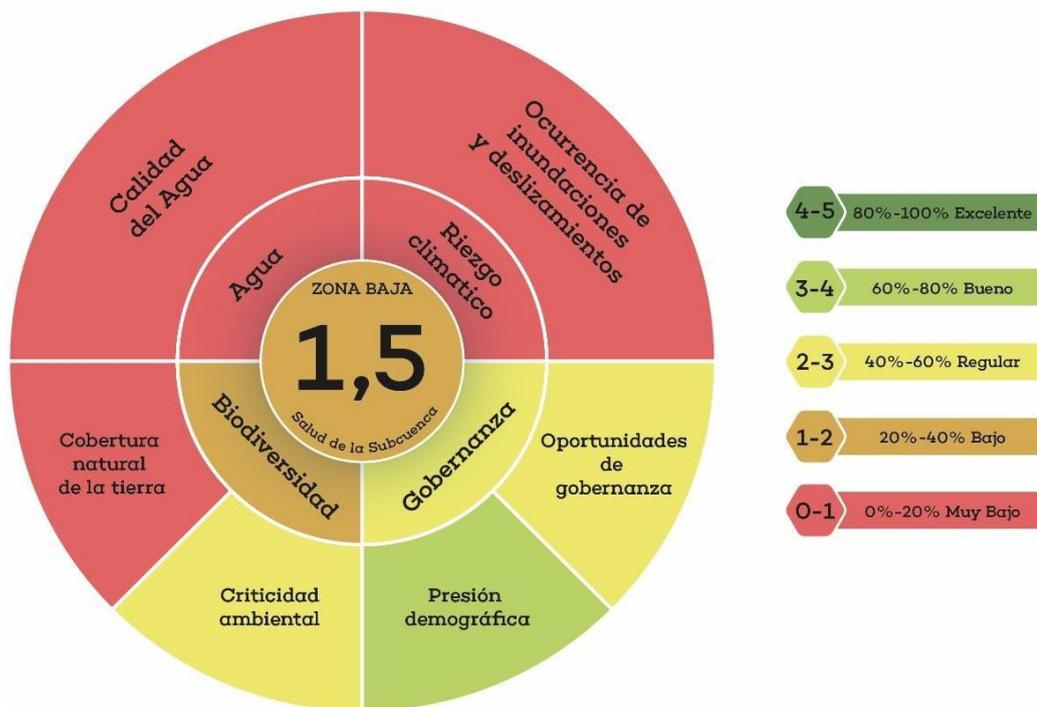
- **Zona baja**

En la zona baja se obtuvo un estado de alerta “bajo” con una calificación de 1,5 sobre 5. Esta zona presentó un estado con mayores problemáticas que han alterado las condiciones ambientales. Existe una variación en las calificaciones de los índices e indicadores, lo que indica componentes con menor puntaje. En riesgo climático se obtuvo un estado de alerta “rojo” dado que se identifica mayor ocurrencia de inundaciones y deslizamientos presentados por la presencia de fuertes precipitaciones. En el componente de biodiversidad el indicador de criticidad ambiental obtuvo un estado de alerta “regular”, debido a que en esta zona está la mayoría de los asentamientos

que generan presión a la cobertura natural existente. De tal forma que existe un mínimo porcentaje de cobertura natural, en consecuencia, el índice de cobertura natural da un estado de alerta “muy bajo”. Este condiciona a la disminución de la calificación del componente.

En el componente agua se obtuvo un estado de alerta “Muy bajo”. Por motivo de que existe gran descarga de aguas residuales domésticas y de industrias que alteran a los cursos de agua. Finalmente, el componente gobernanza al igual que en la zona media su índice de presión demográfica establece un estado de alerta “bueno”, debido a que el número de habitantes por kilómetro cuadrado no sobrepasa la media estimada. Por otra parte, el indicador oportunidades de gobernanza sumado a la presión demográfica obtuvieron la calificación de un estado de alerta “regular”.

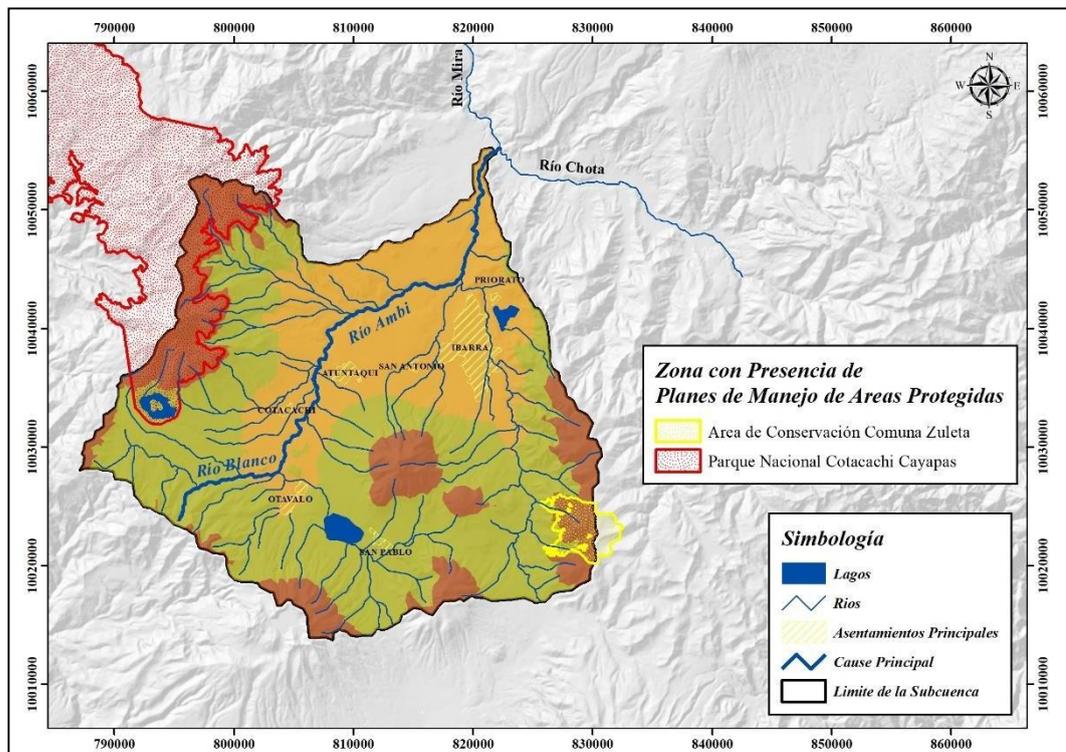
(Figura 19).



**Figura 19.** Calificación Zona Baja de la subcuenca

En relación con los resultados obtenidos, se podría resumir que en la subcuenca el componente agua es uno de los más afectados por su estado de alerta “bajo”. Esto debido a las presiones que amenazan sus cursos de agua en donde las descargas de

aguas residuales son su principal problema. En el componente de riesgo climático se obtuvo un estado de alerta “regular”, debido a la presencia de deslizamientos e inundaciones causados por la presencia de fuertes periodos de precipitación, los cuales afectan a los asentamientos más vulnerables. De la misma manera, el componente Biodiversidad da un estado de alerta “regular”, reflejándose que el factor que ocasiona su estado es el cambio de uso de suelo. Por último, el componente de gobernanza de igual forma obtuvo un estado de alerta “regular”, en este componente cabe resaltar que en el indicador de oportunidades de gobernanza en la zona altitudinal alta presenta una calificación mayor debido a que existe influencia territorial en dos áreas de conservación, como es: el parque nacional Cotacachi- Cayapas y el bosque protector de la comuna de Zuleta (Figura 20).



**Figura 20.** Zona Alta con presencia de Planes de Manejo de Áreas Protegidas

Estas áreas contribuyen a la parte alta con la presencia de un instrumento más de planificación como es el plan de manejo. Sin embargo, en los demás instrumentos

de ordenación del territorio existe una baja ejecución de acciones en cuanto al componente ambiental.

De esta forma, se observó que la zona alta se mantiene en un estado adecuado dado que es una zona con menores presiones. Sin embargo, la zona media y baja por la presencia de diferentes actividades económicas y al ser áreas con mayor intervención poblacional como consecuencia han tenido un estado de salud que necesita mayor aplicación de acciones para su conservación. En relación con lo antes dicho, la investigación de Costanzo, Kelsey y Saxby (2015) realizada para el río Willmette del estado de Oregón en Estados Unidos mediante una misma zonificación altitudinal para la calificación de indicadores. De igual manera, presentó un cambio en su estado de salud según la zona altitudinal. En donde se evidencia una zona alta mejor conservada y condiciones adecuadas. A diferencia de la parte media y baja del río. En donde concluyó que la parte alta al tener un mayor rango de altitud y menos actividades económicas y asentamientos, tiene menos presiones antrópicas que amenazan a su sostenibilidad. Contrario a la parte media y baja, en donde existe mayor actividad económica y presencia de zonas urbanas las cuales han incidido en la transformación del territorio.

### 4.3. Definición de líneas estratégicas para la conservación de la subcuenca del río Ambi.

#### 4.3.1. Identificación de actores estratégicos

Para la subcuenca se identificaron 69 actores estratégicos. Los actores están involucrados en actividades dentro de la cuenca y mantienen un rol por sector lo cual permitió identificar la línea de acción correspondiente (Tabla 17).

**Tabla 17.** Identificación de Actores Estratégicos de la subcuenca del río Ambi

| <b>Tipo de actor</b>          | <b>Línea de acción</b>          | <b>Número de Actores</b> | <b>Porcentaje</b> |
|-------------------------------|---------------------------------|--------------------------|-------------------|
| <b>Ambiental</b>              | <b>Conservación</b>             | 11                       | 16%               |
| <b>Socio cultural</b>         | <b>Educación</b>                | 3                        | 4%                |
| <b>Asentamientos humanos</b>  | <b>Juntas de agua</b>           | 14                       | 20%               |
| <b>Económico productivo</b>   | <b>Asociaciones productoras</b> | 8                        | 12%               |
| <b>Político institucional</b> | <b>Autoridades públicas</b>     | 4                        |                   |
|                               | <b>Municipios</b>               | 5                        | 48%               |
|                               | <b>Juntas parroquiales</b>      | 24                       |                   |

La cantidad de actores estratégicos se produce porque se presenta la influencia de varias instituciones públicas de diferentes niveles de gobierno, especialmente parroquial y provincial. Estos actores son importantes para la determinación de líneas estratégicas de conservación, por la razón de que tienen las competencias de actuar en el territorio en base a temas ambientales. Por otra parte, las Juntas de agua también forman parte de los actores estratégicos ya que son usuarios del recurso hídrico, por lo que influye notablemente en la conservación de la cuenca. Vaca (2018), señala a los actores de las instituciones públicas de diferentes niveles de gobierno local, sectorial y a las Juntas de agua como estratégicos. De esta manera, la identificación de actores fue una herramienta para ver la interacción social en el

territorio y la comprensión de su rol permitió comprender la estructura de la gobernanza socio-ambiental.

#### **4.3.2. Líneas estratégicas por zona altitudinal**

La aplicación del esquema Presión-Estado-Respuesta dio como resultado las siguientes líneas estratégicas para la solución de los problemas ambientales presentes en cada una de las zonas altitudinales y así priorizar acciones que estén encaminadas en conservar cada componente ambiental analizado.

- **Zona alta**

En la zona alta el esquema mostró la necesidad de realizar acciones de conservación. Dado que su área total es cubierta por cobertura natural, la cual es amenazada con presiones antrópicas moderadas que pueden alterar la sostenibilidad de la zona (Tabla 18).

Tabla 18. Presión-Estado-Respuesta Zona alta de la subcuenca

|           | Presión                                  |           | Estado  | Respuesta                         | Unidad Ambiental de Actuación   |
|-----------|--|-----------|---|-----------------------------------|---|
|           | Descripción del Índice e Indicador       | Resultado |   |                                   |   |
| Zona Alta | Calidad de Agua                          | Bajo      | Actividades antrópicas ponen en riesgo las fuentes de agua en la zona alta            | Línea Estratégica de Conservación |   |
|           | Cobertura Natural de La Tierra           | Excelente | Se mantiene la cobertura natural intacta  | Línea Estratégica de Conservación |   |
|           | Criticidad Ambiental (POMCAS)            | Excelente | Existe menos presiones antrópicas y sin poner en riesgo su sostenibilidad             | Línea Estratégica de Conservación | -Bosque<br>-Páramo<br>-Vegetación Arbustiva<br>-Cultivos y Pastos<br>-Zona Urbana |
|           | Ocurrencia de Inundación y Deslizamiento | Excelente | Zona con baja alteración la cual no permite ocurrencia de eventos naturales           | Línea estratégica de Resiliencia  |   |
|           | Oportunidad de Gobernanza                | Regular   | No hay una adecuada inversión pública acorde a las necesidades ambientales de la zona | Línea Estratégica de Gobernanza   |   |
|           | Presión demográfica (POMCAS)             | Buena     | Existe una densidad demográfica equilibrada   |                                   |   |

- **Zona media**

En esta zona, mediante el esquema detallado a continuación, se evidenció que existe la necesidad de realizar acciones de restauración. Esto debido a que es una zona que ha sufrido cambios en el uso de suelo especialmente para producción. (Tabla 19).

**Tabla 19.** Presión-Estado-Respuesta Zona Media de la subcuenca

|            | Presión                                   |           | Estado  | Respuesta                         | Unidad Ambiental de Actuación   |
|------------|---|-----------|---|-----------------------------------|---|
|            | Descripción del Índice e Indicador        | Resultado |   |                                   |   |
| Zona Media | Calidad de Agua                           | Baja      | Afectación por las actividades económicas que generan residuos líquidos contaminantes   | Línea Estratégica de Restauración |   |
|            | Cobertura Natural de La Tierra            | Baja      | Esta es una zona productiva la cual tiene presencia de parches de cobertura natural     | Línea Estratégica de Restauración |   |
|            | Criticidad Ambiental (POMCAS)             | Excelente | Existe presiones antrópicas, pero no pone en riesgo su sostenibilidad                   | Línea Estratégica de Conservación | -Bosque<br>-Páramo<br>-Vegetación Arbustiva<br>-Cultivos y Pastos<br>-Zona Urbana |
|            | Ocurrencia de Inundación y Deslizamientos | Regular   | Al ser una zona medianamente transformada existe cierta ocurrencia de eventos naturales | Línea Estratégica de Resiliencia  |   |
|            | Oportunidades de Gobernanza               | Baja      | No hay una adecuada inversión pública acorde a las necesidades ambientales de la zona   | Línea Estratégica de Gobernanza   |   |
|            | Presión demográfica (POMCAS)              | Buena     | Existe una densidad demográfica con una tasa de crecimiento moderada                    |                                   |   |

- **Zona baja**

En esta zona, se identificó mediante el esquema detallado en la tabla 20, que existe la necesidad de realizar acciones de recuperación y buscar soluciones a las presiones antrópicas que como consecuencia han dejado una zona altamente alterada.

**Tabla 20.** Presión-Estado-Respuesta Zona Baja de la subcuenca

| <b>Presión</b>                            |                               | <b>Estado</b>   | <b>Respuesta</b>   | <b>Unidad Ambiental de Actuación</b> |                       |
|---|-------------------------------|---|--|--------------------------------------|-----------------------|
| <b>Descripción del Índice e Indicador</b> | <b>Resultado</b>              |   |  |                                      |                       |
| Calidad de Agua                           | Baja                          | Actividades económicas y zonas urbanas que generan residuos líquidos contaminantes    | Línea Estratégica de Restauración  |                                      |                       |
| Cobertura Natural de La Tierra            | Muy Baja                      | Cambio de uso de suelo por actividades económicas                                     | Línea Estratégica de Restauración  |                                      |                       |
| Zona Baja                                 | Criticidad Ambiental (POMCAS) | Regular   | Los diferentes asentamientos humanos generan presión en los espacios naturales que ponen en riesgo la sostenibilidad de los recursos naturales | Línea Estratégica de Conservación    | -Bosque               |
|   |                               |   |  |                                      | -Páramo               |
|   |                               |   |  |                                      | -Vegetación Arbustiva |
| Ocurrencia de Inundación y Deslizamientos | Muy Bajo                      | Al ser una zona altamente alterada existe mayor ocurrencia de eventos naturales       | Línea Estratégica de Resiliencia   | Pastos                               |                       |
| Oportunidades de Gobernanza               | Baja                          | No hay una adecuada inversión pública acorde a las necesidades ambientales de la zona | Línea Estratégica de Gobernanza  | -Zona Urbana                         |                       |
| Presión demográfica (POMCAS)              | Buena                         | Existe una densidad demográfica con una tasa de crecimiento moderada                  |  |                                      |                       |

### **4.3.3. Línea estratégica de conservación**

La aplicación de esta línea estratégica limitará las acciones antrópicas y permitirá la protección de las fuentes de agua y la conservación de los páramos y remanentes de bosques que están en el área de la subcuenca. Es decir, se evitará actividades que podrían poner en riesgo estos sectores y los servicios ecosistémicos que estas proveen a la población.

#### **Objetivo general**

Establecer medidas de conservación de la cobertura natural y de las fuentes de agua presentes en la subcuenca del río Ambi.

#### **Objetivos específicos**

1. Proteger de manera física las fuentes de agua existentes en la subcuenca del río Ambi.
2. Definir la línea de no avance de la frontera agrícola en las áreas de cobertura natural.

#### **Actividades**

Objetivo 1.

- Tenencia comunitaria del área de la fuente de agua
- Realizar cerramiento del área de la fuente de agua

Objetivo 2.

- Zonificación del área de cobertura natural que evitará su degradación
- Colocación de hitos que definan el área de no avance de la frontera agrícola

**Actores estratégicos responsables:** Gobiernos Parroquiales, Cantonales y Provincial, Ministerio de Ambiente y Agua del Ecuador, Juntas de Agua y Academias.

**Sector de aplicación:** Zona Alta, Zona Media y Zona Baja.

### **4.3.4 Línea estratégica de restauración**

La aplicación de esta línea estratégica buscará la restauración de las áreas

degradadas presentes en la zona baja y media que han generado alteraciones a los componentes agua y biodiversidad. Es decir, se recuperará la funcionalidad ecológica de espacios alterados y garantizará una mejor calidad de vida para la sociedad establecida en este territorio.

### **Objetivo general**

Recuperar las áreas degradadas y cuerpos de agua alterados que se ubican en el área de la subcuenca del río Ambi

### **Objetivos específicos**

1. Restaurar las áreas deforestadas existentes en la subcuenca del río Ambi
2. Recuperar los sitios con cuerpos de agua contaminados

### **Actividades**

Objetivo 1.

- Determinación de áreas de reforestación
- Establecer recursos financieros mediante alianzas público-privadas
- Reforestación con especies adecuadas para cada área a reforestar
- Realización de seguimiento y control de las áreas reforestadas

Objetivo 2.

- Identificación de sitios contaminados y niveles de contaminación
- Establecer recursos financieros mediante alianzas público-privadas
- Remediación en forma priorizada de los sitios de agua contaminada

**Actores estratégicos responsables:** Gobiernos Parroquiales, Cantonales y Provincial, Ministerio de Ambiente y Agua del Ecuador, Juntas de Agua y Academias.

**Sector de aplicación:** Zona Alta, Zona Media y Zona Baja.

### **4.3.5 Línea estratégica de resiliencia**

La aplicación de esta línea estratégica de resiliencia permitirá tener un territorio

prevenido ante los eventos climáticos que puedan causar desastres especialmente en áreas con mayor riesgo de ocurrencias. Es decir, se disminuirá la vulnerabilidad y pérdida de bienes teniendo una población capacitada, un territorio más resiliente y preparado al cambio climático.

### **Objetivo general**

Generar capacidad institucional y territorial para la prevención de riesgos asociados a las amenazas climáticas.

### **Objetivos específicos**

1. Gestionar capacidades y destrezas para la prevención de riesgos por el cambio climático
2. Definir procesos de prevención de riesgos naturales o antrópicos.

### **Actividades**

#### **Objetivo 1.**

- Capacitación a la población mediante educación ambiental formal y no formal
- Intercambio de experiencias y capacidades entre diferentes actores

#### **Objetivo 2.**

- Elaborar un plan de gestión de riesgos con enfoque de cambio climático
- Establecer recursos mediante alianzas público-privadas para la ejecución de planes

**Actores estratégicos responsables:** Gobiernos Parroquiales, Cantonales y Provincial, Ministerio de Ambiente y Agua del Ecuador, Juntas de Agua y Academias.

**Sector de Aplicación:** Zona Alta, Zona Media y Zona Baja.

### **4.3.6 Línea estratégica de gobernanza**

La aplicación de esta línea estratégica de gobernanza actuará antes los conflictos

socio ambientales que existen debido a los modelos de desarrollo presentes en el territorio. Es decir, buscará tener una mejor articulación de actores para de esta manera garantizar la sostenibilidad de la subcuenca y el cuidado del patrimonio natural existente.

### **Objetivo General**

Mejorar la Gobernanza para poder garantizar el cuidado del patrimonio natural.

### **Objetivos específicos**

1. Establecer una adecuada concertación de actores para la protección de la subcuenca del río Ambi
2. Fortalecer el Fondo del Agua del Gobierno Autónomo Descentralizado de la provincia de Imbabura
3. Definir políticas públicas para una mejor gestión ambiental

### **Actividades**

#### Objetivo 1.

- Elaborar un plan de acción de la subcuenca del río Ambi
- Articular la Inversión público-privada para la conservación de la subcuenca

#### Objetivo 2.

- Incentivar a actores públicos y privados para aportar al fondo del agua
- Motivar el incremento del presupuesto de los GAD's para el componente ambiental con la participación de la ciudadanía

#### Objetivo 3.

- Creación de un plan de manejo de la subcuenca
- Proponer ordenanzas de regulación de todo tipo de intervención en la subcuenca

**Actores estratégicos responsables:** Gobiernos Parroquiales, Cantonales y Provincial, Ministerio de Ambiente y Agua del Ecuador, Juntas de Agua y

Academias.

**Sector de aplicación:** Zona Alta, Zona Media y Zona Baja.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. Conclusiones**

La calificación del estado de salud de la cuenca se identificó seis indicadores mediante criterios de selección. De esta manera se obtuvo 4 por su importancia y dos por su redundancia. Estos índices e indicadores fueron propuestos en base a sus condiciones físicas, biológicas y actividades que se realizan en el territorio, basándose en componentes de agua, biodiversidad, riesgo climático y gobernanza, los cuales generaron un estado de salud socio ecológica, permitiendo tener una visión actual del territorio.

El estado de salud de la subcuenca del río Ambi presentó la calificación de regular debido a diferentes alteraciones antrópicas. Es así como reflejo un comportamiento de variación en cada zona altitudinal propuesta para esta investigación. En donde se va destacando su transformación en las zonas media y baja, ya que existe mayor presión poblacional. Es así como la zona media tiene un estado de alerta “regular” y para la zona baja un estado de alerta “bajo”. A diferencia de la zona alta donde sus presiones son menores que como consecuencia dan un grado de conservación mejor de porcentaje de cobertura natural, criticidad ambiental, ocurrencias de inundaciones y deslizamientos, y gobernanza. Estado que se mantendrá mediante la aplicación de las diferentes acciones planteadas para su sostenibilidad.

Las líneas estratégicas para la conservación de la subcuenca fueron obtenidas mediante la aplicación del esquema presión-estado-respuesta. En donde se identificaron 4 líneas estratégicas que son: conservación, restauración, resiliencia y gobernanza. Es evidente en la investigación, que los componentes naturales más afectados son: agua y biodiversidad, con variaciones en su estado en cada una de las zonas. Especialmente, para la zona media y baja que han sufrido notables

transformaciones en su cobertura natural y de igual forma existe alteraciones en los cuerpos de agua.

## **5.2. Recomendaciones**

Continuar con investigaciones semejantes en otras áreas de estudio que incluyan indicadores acordes a su realidad territorial.

Difundir el método Reporte de Salud en los tomadores de decisiones de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Provinciales, Cantonales y Parroquiales, con el fin que sea considerada como una herramienta para el diagnóstico territorial.

Fortalecer la planificación territorial y sectorial de la cuenca, con el fin de asegurar la integridad ecológica para mantener una sostenibilidad, armonía de la población con la naturaleza, a través de la implementación de instrumentos de planificación específicos que permitan la articulación de actores e inversión pública en la subcuenca.

## REFERENCIAS

- Armijos, M. (2009). *Manual de Planificación Estratégica e Indicadores de Desempeño en el Sector Público*. ILPES.
- Abedaña A. y Benavidez V. (2001), “Planificación Estratégica”. Maestría en Gerencia de Proyectos Educativos y Sociales. AFEFCE. Quito – Ecuador
- Aguirre, M. (2007). *Manual para el Manejo Sustentable de las Cuencas Hidrográficas*. Loja, Ecuador. Universidad Nacional de Loja.
- Aguirre, N. (2011). Las Cuencas Hidrográficas en la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos. *Virtual REDESMA*, 5(1), 1-12.
- Álvarez, J., Panta, J., Ayala, C. y Acosta E. (2008). Calidad Integral del Agua Superficial en la Cuenca Hidrológica del río Amajac. *Información Tecnológica*.19(6), 21-32.
- Arai, F., Pereira, S. y Gongalves, G. (2012). Characterization of wáter availability in a hydrigraphicbasin. *Jaboticabal*, 32(3), 591-601. Doi: 10.1590/S0100 69162012000300018
- Arreguin, F., Llunch, D. y Monte, P. (2007). Examen de la conservación y el aprovechamiento de los recursos vivos. *Interciencia*, 32(1).
- Benabent M., y Vivanco Cruz, L. (2019). The experience of the Municipal Spatial Planning in Ecuador. *Estoa*, 15(8), 133-144.
- Boelens, R., Hoogesteger. J., Swyngedouw. E., Vos. J. y Wester. P. (2016). Hydrosocial territories: a political ecology perspective. *Water International*, 41(1), 1-14

- Bueno, L., Galbiatti, J. y Borges, M. (2005). Monitoreo de Variables de Calidad de Agua en el Jardín Ouro Verde- Conchal. *Joboticabal*, 25(3). 742-748.
- Cabeza, A. (2011). El Diagnóstico territorial en la formulación de planes de ordenamiento. *Perspectiva Geográfica*, (5).33-54.
- Camino G., Gimeno M. y Ramon A. (2014). Las unidades ambientales homogéneas como herramienta para la ordenación territorial y la caracterización de litorales áridos. *Vegueta Anuario de la Facultad de Geografía e Historia*, 14. 199-228.
- Chamochumbi, W. (2010) *El ordenamiento territorial en la gestión de cuencas hidrográficas: criterios de base y nuevos elementos de discusión*. Lima, Perú: Isat
- Código Orgánico del Ambiente, 2018. Registro Oficial Suplemento 983, Quito, Ecuador, 12 de abril 2017.
- Costanzo, S., Kelsey, H., y Saxby, T. (2015). *Willamette River Report Card*. Oregon, USA. IAN Press
- Constanzo, S., Blancard, C., Davidson, S., Dennison, W., Ecurra, J., Freeman, S., ...Nguyen, V. (2017). *Practitioner's Guide to Developing River Basin Report Cards*. Cambridge, Estados Unidos. IAN Press.
- Cruz, B., Gaspari, F., Rodríguez, A., Carrillo, F. y Téllez, L.(2015). Análisis morfométrico de la cuenca hidrográfica del río Cuale. *Investigación y Ciencia*, 23(64), 26-34.
- Dennison, B., Donovan, C., Hawkey, J., Jordahl, H. Kelsey, H., Higgins, J., ... Walsh, B. (2015). *Mississippi River Watershed Report Card*. Estados Unidos. IAN Press

- Desinventar (2019). Base de Datos Desinventar 1970-2019. Inventario histórico de pérdidas. Recuperado de: <https://www.desinventar.org/es/>
- Dourojeanni A. y Jouravlev A. (2002). Evolución de políticas hídricas en América Latina. *Recursos Naturales e Infraestructura*. 51,3-64
- Dourojeanni A., Jouravlev A., y Chávez G. (2002). Gestión del agua a nivel de cuencas: teoría y práctica. *Recursos Naturales e Infraestructura*. 47(7),1-15
- Espinoza A., Espinoza C. y Fuentes A. (2015) Diagnóstico participativo de una comunidad educativa desplazada por un desastre siconatural. *Magallania*, 43(3), 65-76.
- Ferrer, A. y Torrero, M. (2015). Manejo integrado de cuencas hídricas: cuenca del río gualjaina, chubut, argentina. *Boletín Mexicano de Derecho Comparado*, 48 (143), 615-643.
- García, J., Gutiérrez, J., Pérez, J. y Balderas, M. (2011). Cambio de uso de suelo en una quebrada del altiplano mexicano. Universidad de Murcia Murcia, España. *Papeles de Geografía* 54, 125-135
- Garzón, O., García, T. (2017). Valoración de lugares de interés hidrológico en la cuenca del río Ambi, provincia de Imbabura-Ecuador (Tesis de Posgrado). Universidad Técnica Del Norte, Ibarra.
- Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Imbabura. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia de Imbabura*. Ibarra, Ecuador.
- Gómez-Orea D. (2007). *Ordenación Territorial*. Madrid, España.
- González, B, Peña, M, Rincón, N, Bustillo, L, & Urdaneta, F. (2004). Formulación de lineamientos estratégicos para el desarrollo rural, basado en una

- metodología participativa. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 21(4), 398-414.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (2010). *Censo de Población y vivienda*.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (2013). *Hoja metodológica del indicador Índice de calidad del agua*. Colombia. IDEAM.
- Llerena, C. (2003). *Servicios ambientales de las cuencas y producción de agua, conceptos, valoración, experiencias y sus posibilidades de aplicación en el Perú*. Tercer Congreso Latinoamericano de Manejo de Cuencas Hidrográficas, FAO. Arequipa, Perú.
- Lopez, A., Valcarce, M. y Barbancho, M. (1996), *Indicadores cualitativos y cuantitativos para la actividad investigatoria*. IRC.
- Kammerbauer, J. y Ardon C. (1999). Land use dynamics and landscape change pattern in a typical watershed in the hillside region of central Honduras. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 75(1).93-100
- Márquez, G. (2000). Vegetación, población y huella ecológica como indicadores de sostenibilidad en Colombia. *Gestión y ambiente* 5(1). 33-49.
- Mendieta, G. (2015). Informantes -y muestreo en investigación cualitativa. *Investigaciones Andina*, 17(30). 1148-1150.
- Mondragón, A. (2002). ¿Qué es un Indicador? *Cultura Estadística y Geográfica*, 1 (19). 52-58.
- Ministerio del Ambiente, (2017). *Mapa de Cobertura Y Uso De La Tierra Del Ecuador Continental Año 2016*. Quito, Ecuador.

- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2007). *La nueva generación de programas y proyectos de gestión de cuencas hidrográficas*. Roma. FAO
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2011). *La Microcuenca como ámbito de planificación de los recursos naturales*. El Salvador. FAO
- Pantus, F. y Dennison, W. (2005). Quantifying and Evaluating Ecosystem Health: A Case Study from Moreton Bay, Australia. *Environmental Management*, 36(5), 757–771.
- Perales H. (2016). La Cuenca Social Como Aproximación Sociológica A Las Intervenciones En Cuencas Hidrográficas. *Temas Sociales*. 39, 221-240.
- Perevochtchikova, M. (2012). La evaluación del Impacto ambiental y la importancia de los indicadores ambientales. *Gestión y política pública*, 22(2), 283-312.
- Pineda, J., Sendra, B., Gómez, D. y Plata, R. (2009). Análisis de cambio del uso del suelo en el Estado de México mediante sistemas de información geográfica y técnicas de regresión multivariantes: Una aproximación a los procesos de deforestación. *Investigaciones geográficas* 69, 33-52
- Pinedo R., Gómez L., y Julca A. (2017). Indicadores de sostenibilidad de sistemas de producción de quinua en Chiara, Ayacucho. *Aporte Santiaguino*, 10(2), 197-210.
- Rua de Cabo, A., Valdivia I. y Silva E. (2006). Conflictos Ambientales En La Cuenca Hidrográfica Del río Quibú. *Mercator-Revista de Geografía de UFC*, 5 (10). 55-64.

- Secretaría Nacional de Planificación. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo Toda una Vida*. Quito, Ecuador.
- Secretaría de Planificación y Desarrollo (2011). *Lineamientos generales para la planificación territorial descentralizada*. Quito, Ecuador.
- Secretaría Nacional del Agua. (2009). *Manual De Procedimientos De Delimitación Y Codificación De Unidades Hidrográficas*. Quito, Ecuador.
- Scheibe L. y Trindade L. (2019). Gestión Del Agua: Restricciones Y Contribuciones De Los Comités Brasileños De Gestión De Aguas Residuales. *Ambiente y Sociedad*, 22. 2-20
- Tapella, E. (2007). *El mapeo de actores claves, documento de trabajo del proyecto Efectos de la biodiversidad funcional sobre procesos ecosistémicos, servicios ecosistémicos y sustentabilidad en las Américas: un abordaje interdisciplinario*. Córdoba, Argentina. Inter-American Institute for Global Change Research.
- Unión Internacional para la conservación de la Naturaleza, (2009). *Guía para la Elaboración de Planes de Manejo de Microcuencas*. San Marcos, Guatemala. Sineronia.
- Universidad de Maryland, (2018). *Coastal Georgia Ecosystem Report Card. Georgia, Estados Unidos. IAN Press*.
- Vaca, I. (2018). *Gobernanza de los recursos hídricos en el canal de riego Peribuela*. Tesis de posgrado. Universidad Técnica del Norte, Ibarra.
- Villegas, E. (2015). La armonización territorial: su incorporación en la planificación y gestión administrativa mediante la gestión del riesgo. *Cuadernos de vivienda y Urbanismo*, 8(16), 148-165.

WWF-Colombia, Universidad de Maryland, Fundación Omacha & El Instituto Alexander Von Humboldt. (2016). *Reporte De Salud De la Cuenca Del Río Orinoco*. Colombia.

WWF-Colombia (2019). *Reporte de Salud de la Cuenca Binacional Mira-Mataje*. Ecuador-Colombia. IAN Press

Zandbergen, P. (1998). Urban watershed ecological risk assessment using GIS: a case study of the Brunette River watershed in British Columbia, Canada. *Journal of Hazardous Materials*, 61(3). 163-173.

## ANEXOS

### Anexo 1. Resultados de Análisis de Agua de la Zona Alta


**LABORATORIO EMAPA-I**

---

**INFORME DE ENSAYO**

FIIR 7.8-01  
Revisión 02

---

**Informe de Ensayo Nro:** IECE20-312

Pág. 1 de 2

---

**Cliente:** Sr. Paúl Jiménez  
**Dirección:** Ibarra y 13 de Abril

**Toma de muestra realizada por:** El Cliente

---

**Fecha de recepción:** 22 de Septiembre del 2020  
**Identificación muestra cliente:** Zona alta  
**Tipo de muestra:** Agua Cruda

**Lugar de análisis:** Laboratorio EMAPA-I  
**Fecha de emisión informe:** 25 de Septiembre del 2020

---

**Código de Laboratorio:** MEC20-025  
**Fecha de realización de ensayos:** 22-24/09/2020

**Lugar de análisis:** Laboratorio EMAPA-I  
**Fecha de emisión informe:** 25 de Septiembre del 2020

---

**REPORTE DE ANÁLISIS FÍSICOS**

| PARÁMETROS ANALIZADOS  | MÉTODO DE ENSAYO              | UNIDADES | RESULTADOS |      | Incertidumbre<br>expandida con<br>K=2 | <sup>(1)</sup> LÍMITE<br>PERMITIDO |
|------------------------|-------------------------------|----------|------------|------|---------------------------------------|------------------------------------|
|                        |                               |          | MEC20-025  |      |                                       |                                    |
| OD / T* medición (*)   | SM 4500 - G                   | mg/l     | 9,51       | 11,7 | N/A                                   | -                                  |
| OD / T* medición (*)   | SM 4500 - G                   | %        | 86,3       | 11,7 | N/A                                   | -                                  |
| pH / Temp. de medición | PEE-EMAPA-I-01<br>SM 4500-H+B | upH / °C | 6,65       | 24,2 | N/A                                   | -                                  |
| Conductividad (**)     | SM 2510B                      | uS/cm    | 67,1       |      | N/A                                   | -                                  |
| SST (*)                | SM 2540D                      | mg/l     | 1,51       |      | N/A                                   | -                                  |

**REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICOS**

| PARÁMETROS ANALIZADOS | MÉTODO DE ENSAYO | UNIDADES | RESULTADOS | Incertidumbre<br>expandida con<br>K=2 | <sup>(1)</sup> LÍMITE<br>PERMITIDO |
|-----------------------|------------------|----------|------------|---------------------------------------|------------------------------------|
|                       |                  |          | MEC20-025  |                                       |                                    |
| DQO (*)               | SM 5210 D        | mg /L    | 18,1       | N/A                                   | -                                  |

## Anexo 2. Resultados de Análisis de Agua de la Zona Media



**LABORATORIO EMAPA-I**

---

**INFORME DE ENSAYO**

FIR 7.8-01  
Revisión 02

---

Informe de Ensayo Nro: IECE20-311

Pág. 1 de 2

---

Cliente: Sr. Paúl Jiménez  
 Dirección: Ibarra y 13 de Abril

Toma de muestra realizada por: El Cliente

---

Fecha de recepción: 22 de Septiembre del 2020  
 Identificación muestra cliente: Zona media  
 Tipo de muestra: Agua Cruda

Lugar de análisis: Laboratorio EMAPA-I  
 Código de Laboratorio: MEC20-024  
 Fecha de realización de ensayos: 22-24/09/2020  
 Fecha de emisión informe: 25 de Septiembre del 2020

---

### REPORTE DE ANÁLISIS FÍSICOS

| PARÁMETROS ANALIZADOS  | MÉTODO DE ENSAYO              | UNIDADES | RESULTADOS |      | Incertidumbre expandida con K=2 | <sup>(1)</sup> LÍMITE PERMITIDO |
|------------------------|-------------------------------|----------|------------|------|---------------------------------|---------------------------------|
|                        |                               |          | MEC20-024  |      |                                 |                                 |
| OD / T° medición (*)   | SM 4500 - G                   | mg/l     | 5,51       | 16,8 | N/A                             | -                               |
| OD / T° medición (*)   | SM 4500 - G                   | %        | 57,0       | 16,8 | N/A                             | -                               |
| pH / Temp. de medición | PEE-EMAPA-I-01<br>SM 4500-H+B | upH / °C | 7,86       | 24,4 | N/A                             | -                               |
| Conductividad (*)      | SM 2510B                      | uS/cm    | 686        |      | N/A                             | -                               |
| SST (*)                | SM 2540D                      | mg/l     | 25,60      |      | N/A                             | -                               |

### REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICOS

| PARÁMETROS ANALIZADOS | MÉTODO DE ENSAYO | UNIDADES | RESULTADOS |  | Incertidumbre expandida con K=2 | <sup>(1)</sup> LÍMITE PERMITIDO |
|-----------------------|------------------|----------|------------|--|---------------------------------|---------------------------------|
|                       |                  |          | MEC20-024  |  |                                 |                                 |
| DQO (*)               | SM 5210 D        | mg/L     | 16,1       |  | N/A                             | -                               |

### Anexo 3. Resultados de Análisis de Agua de la Zona Baja



**LABORATORIO EMAPA-I**

---

**INFORME DE ENSAYO**

Informe de Ensayo Nro: IECE20-310

Cliente: Sr. Paúl Jiménez

Dirección: Ibarra y 13 de Abril

Fecha de recepción: 22 de Septiembre del 2020

Identificación muestra cliente: Zona baja

Tipo de muestra: Agua Cruda

Código de Laboratorio: MEC20-023

Fecha de realización de ensayos: 22-24/09/2020

FIIR 7.8-01  
Revisión 02

Pág. 1 de 2

---

Toma de muestra realizada por: El Cliente

Lugar de análisis: Laboratorio EMAPA-I

Fecha de emisión informe: 25 de Septiembre del 2020

---

**REPORTE DE ANÁLISIS FÍSICOS**

| PARÁMETROS ANALIZADOS  | MÉTODO DE ENSAYO              | UNIDADES | RESULTADOS |      | incertidumbre expandida con K=2 | <sup>(1)</sup> LÍMITE PERMITIDO |
|------------------------|-------------------------------|----------|------------|------|---------------------------------|---------------------------------|
|                        |                               |          | MEC20-023  |      |                                 |                                 |
| OD / T* medición (*)   | SM 4500 - G                   | mg/l     | 5,26       | 18,8 | N/A                             | -                               |
| OD / T* medición (*)   | SM 4500 - G                   | %        | 56,8       | 18,8 | N/A                             | -                               |
| pH / Temp. de medición | PEE-EMAPA-I-01<br>SM 4500-H+B | upH / °C | 8,13       | 24,2 | N/A                             | -                               |
| Conductividad (*)      | SM 2510B                      | uS/cm    | 1118       |      | N/A                             | -                               |
| SST (*)                | SM 2540D                      | mg/l     | 35,33      |      | N/A                             | -                               |

**REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICOS**

| PARÁMETROS ANALIZADOS | MÉTODO DE ENSAYO | UNIDADES | RESULTADOS |  | Incertidumbre expandida con K=2 | <sup>(1)</sup> LÍMITE PERMITIDO |
|-----------------------|------------------|----------|------------|--|---------------------------------|---------------------------------|
|                       |                  |          | MEC20-023  |  |                                 |                                 |
| DQO (*)               | SM 5210 D        | mg/L     | 11,7       |  | N/A                             | -                               |

Anexo.4 Toma de Muestras de las diferentes zonas altitudinales

Toma de muestra en la zona alta



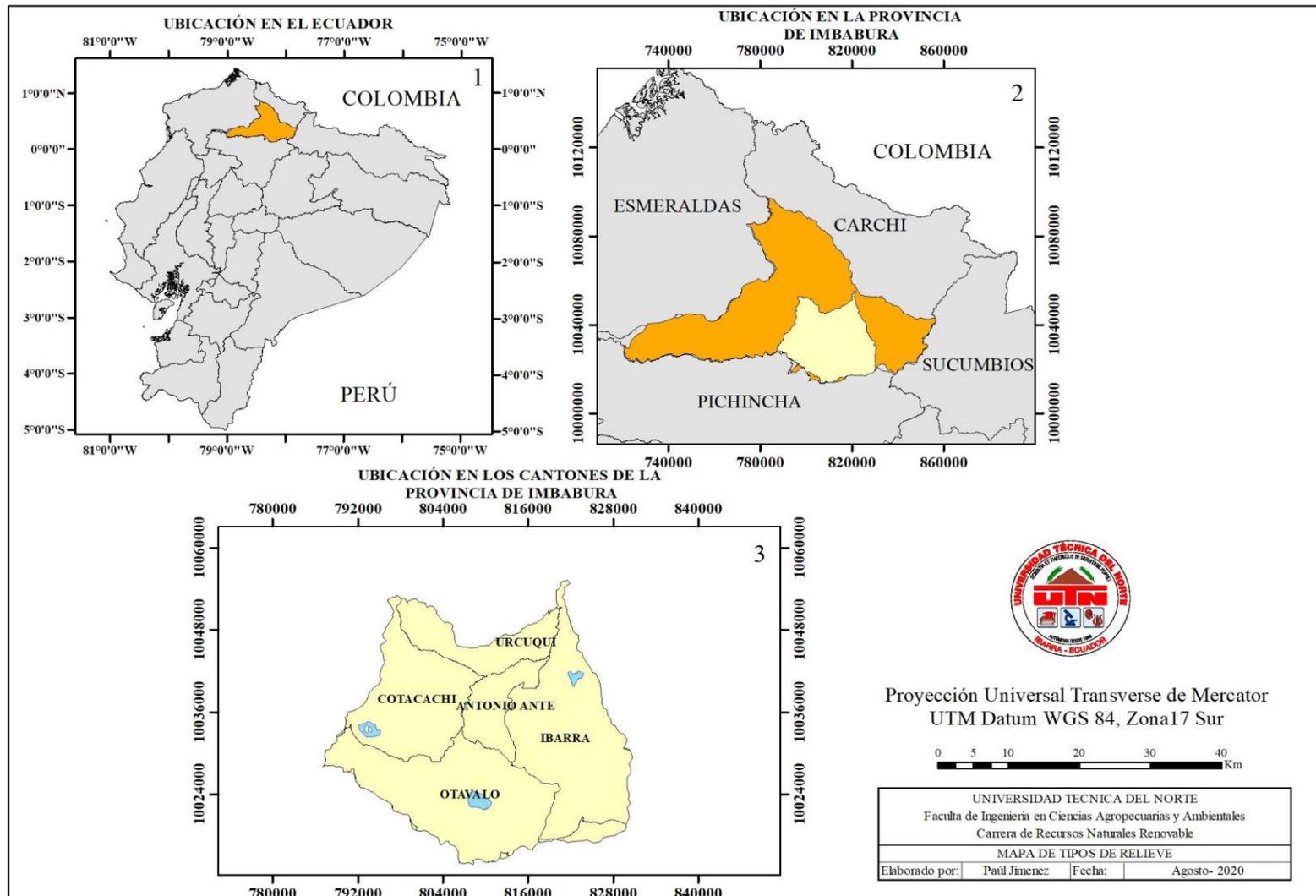
Toma de muestra zona media



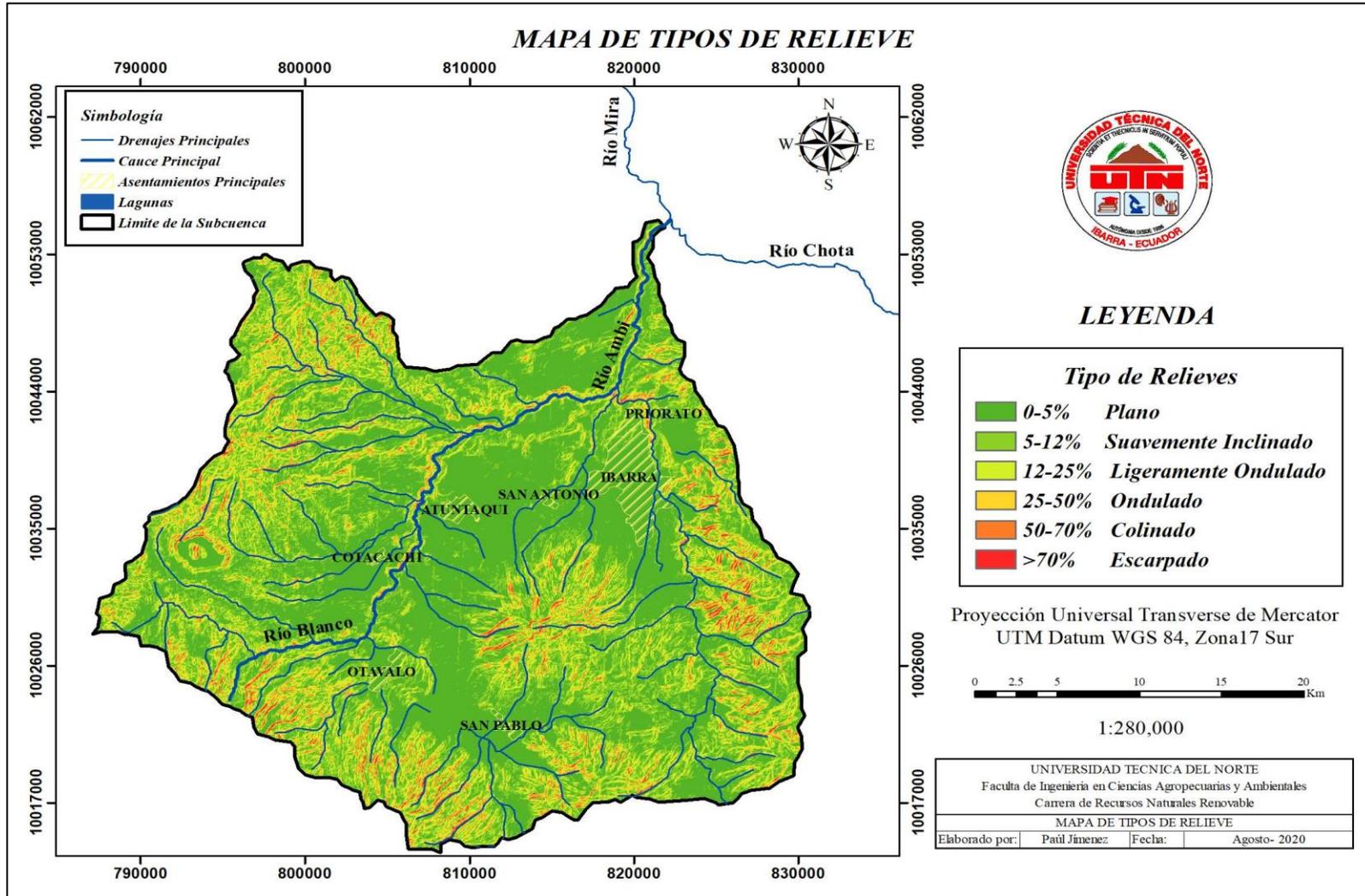
Toma de muestra zona baja



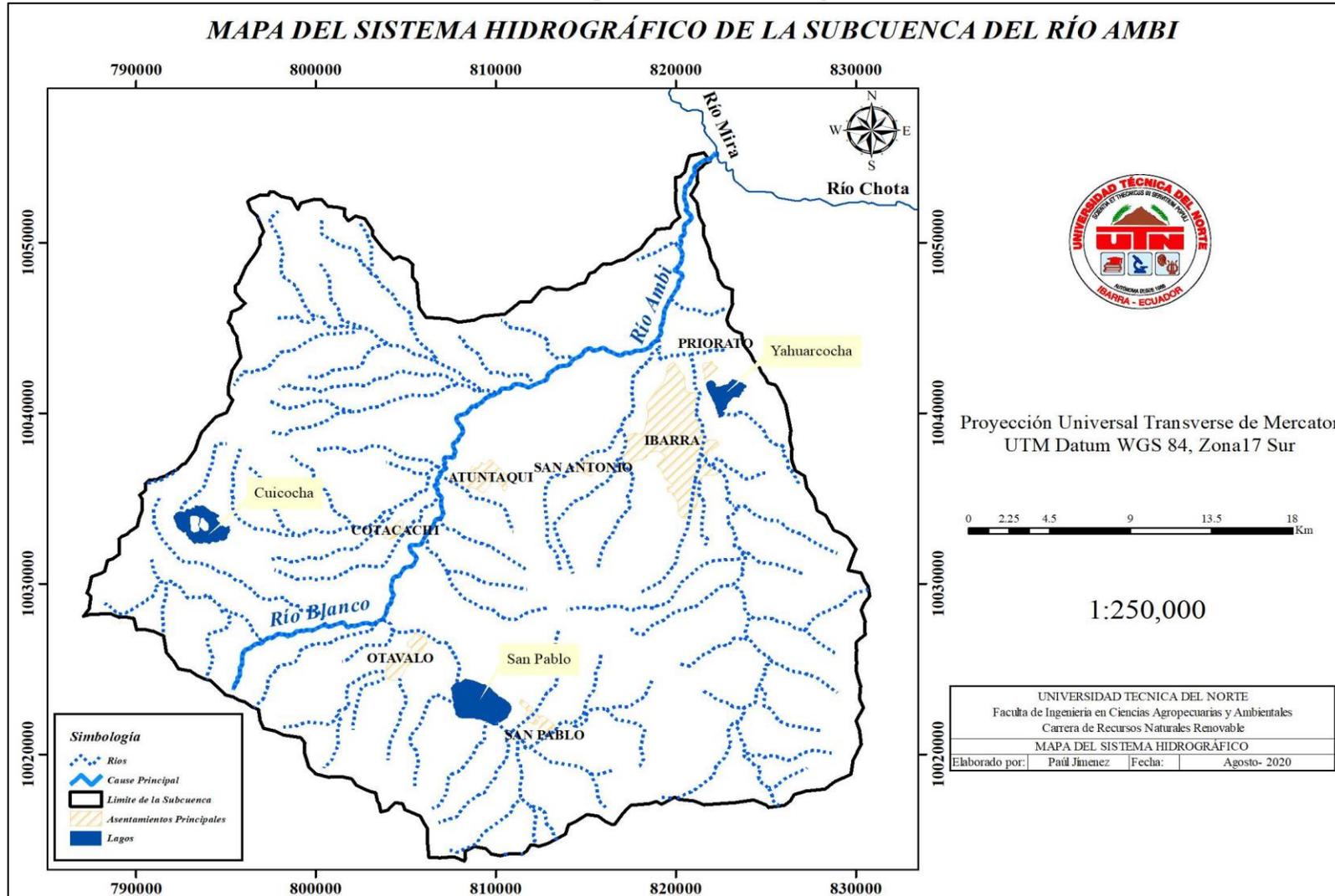
## Anexo 5. Mapa de Ubicación



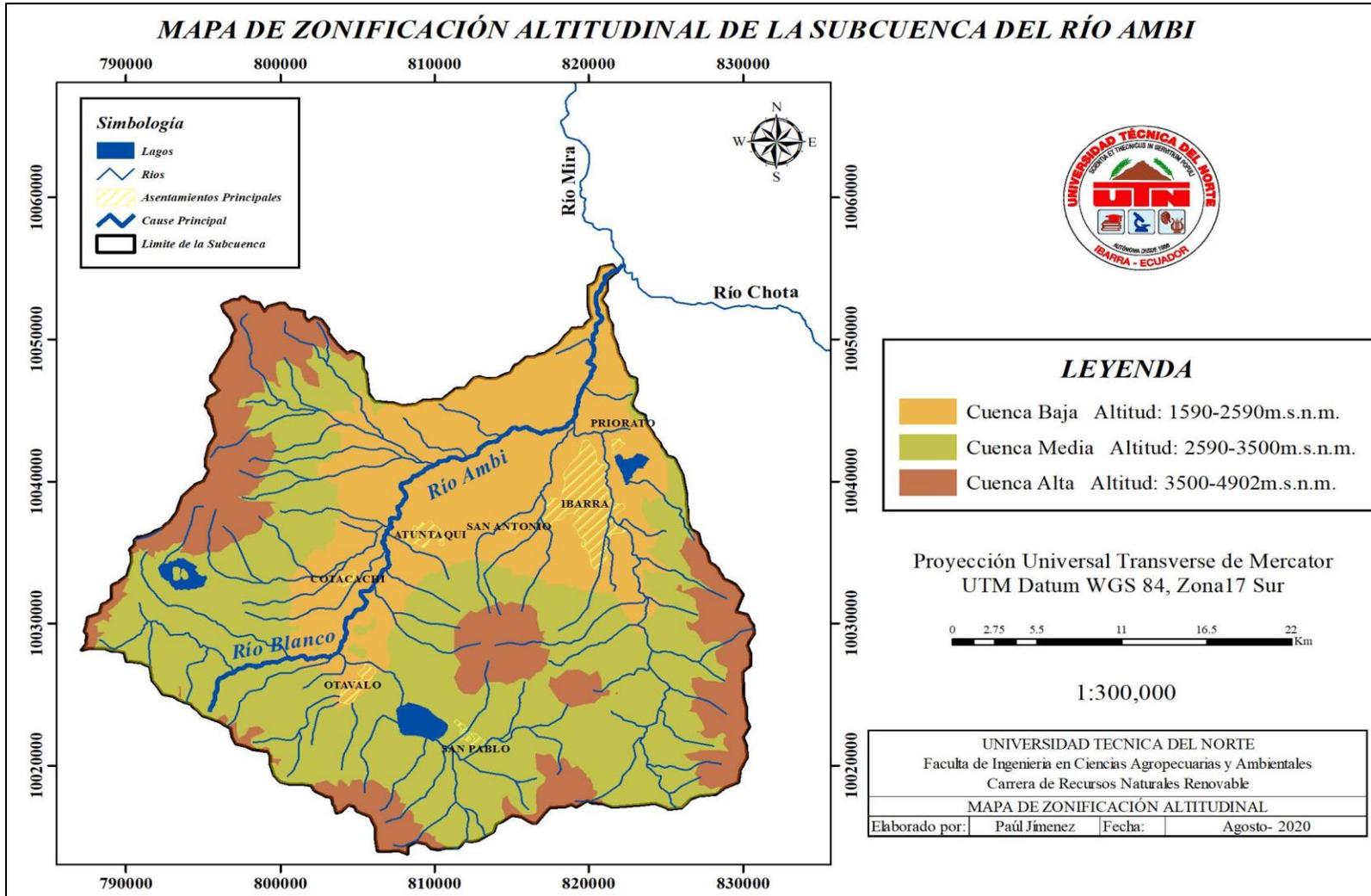
Anexo 6. Mapa de Tipos de Relieve de la Subcuenca



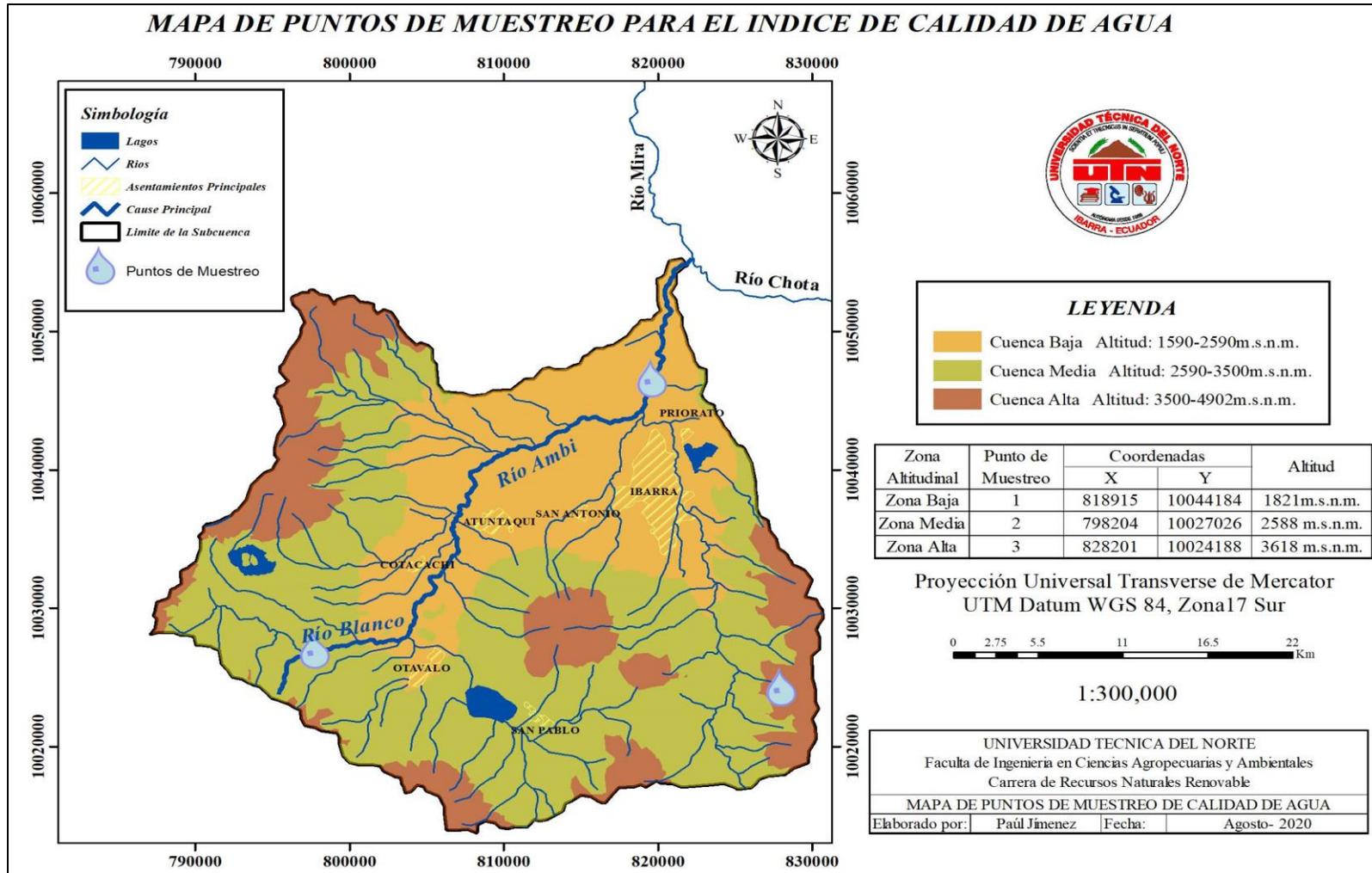
Anexo 7. Mapa del Sistema Hidrográfico



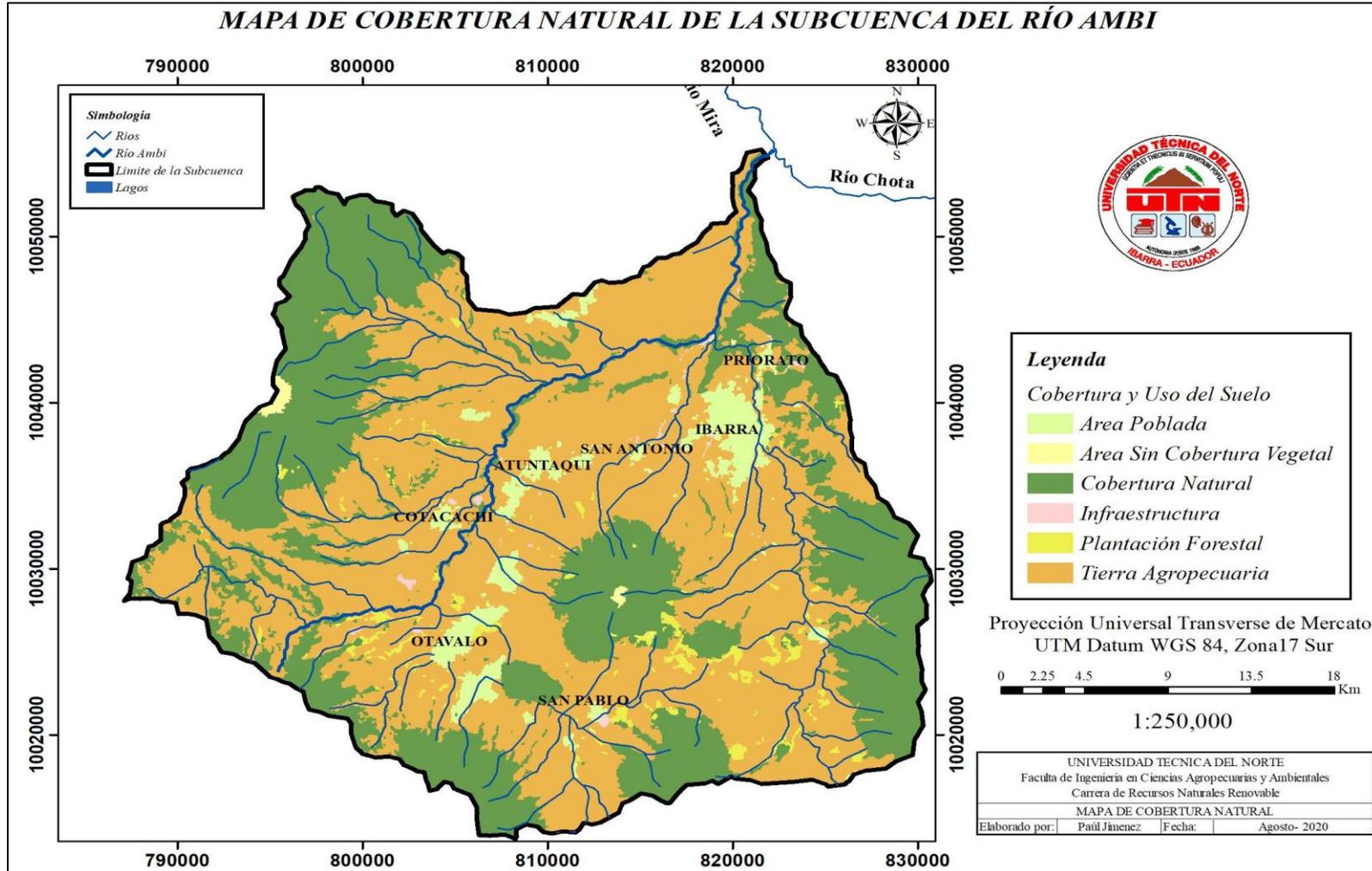
Anexo 8. Mapa de Zonificación Altitudinal



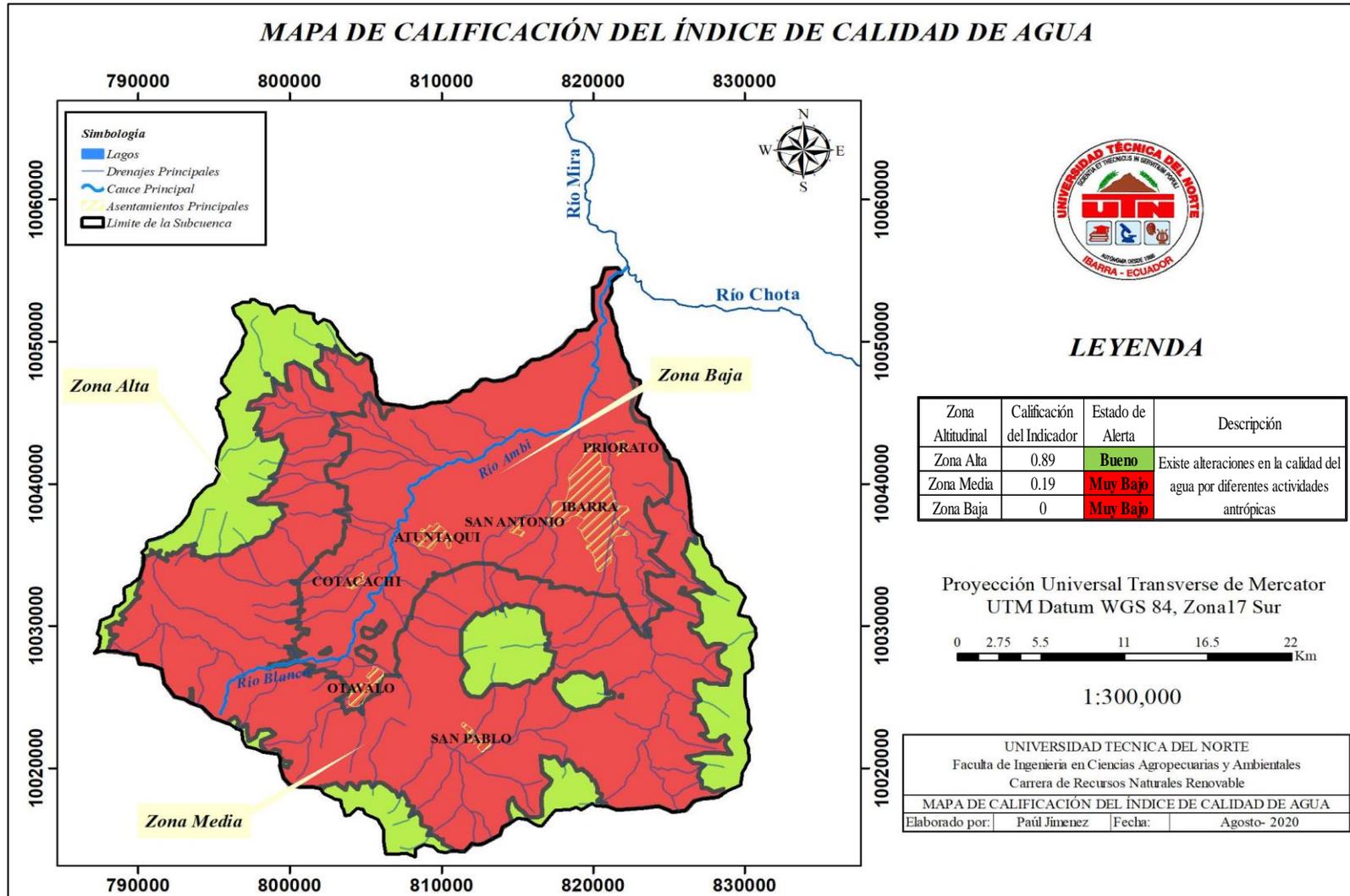
Anexo 9. Mapa de Puntos de Muestreo de Calidad de Agua



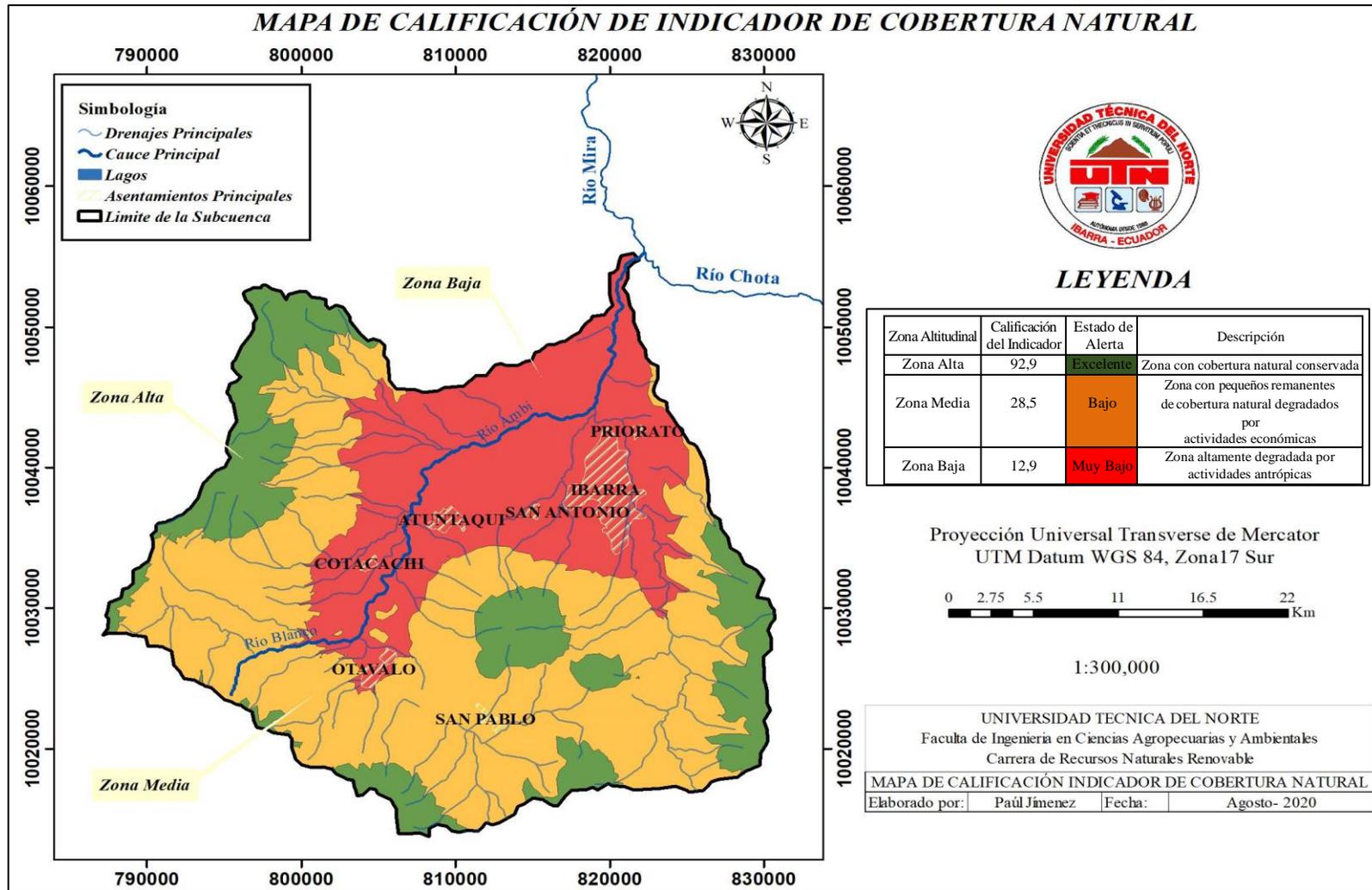
Anexo 10. Mapa de la Cobertura Natural



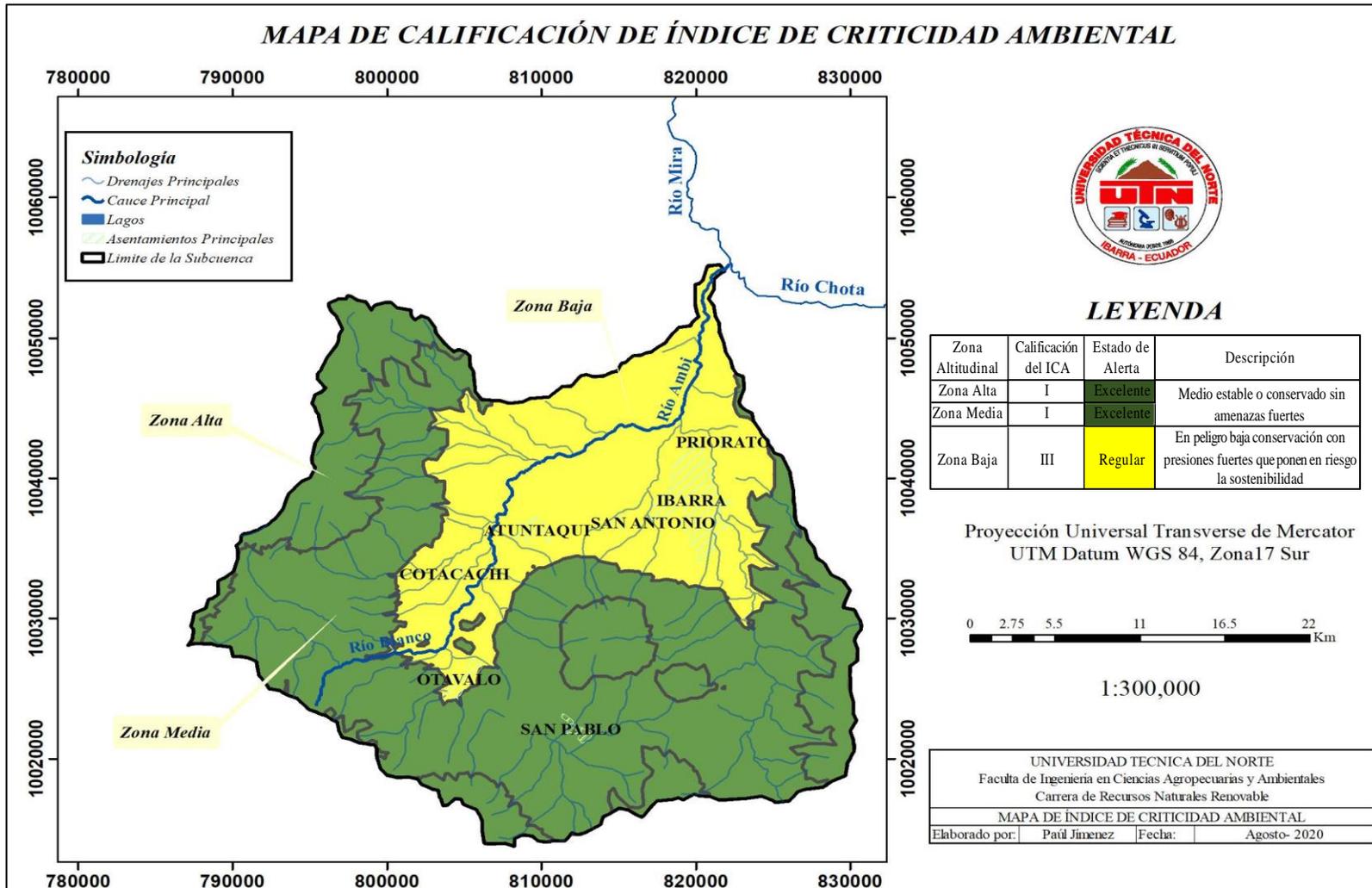
Anexo 11. Mapa de Calificación del Índice de Calidad de Agua



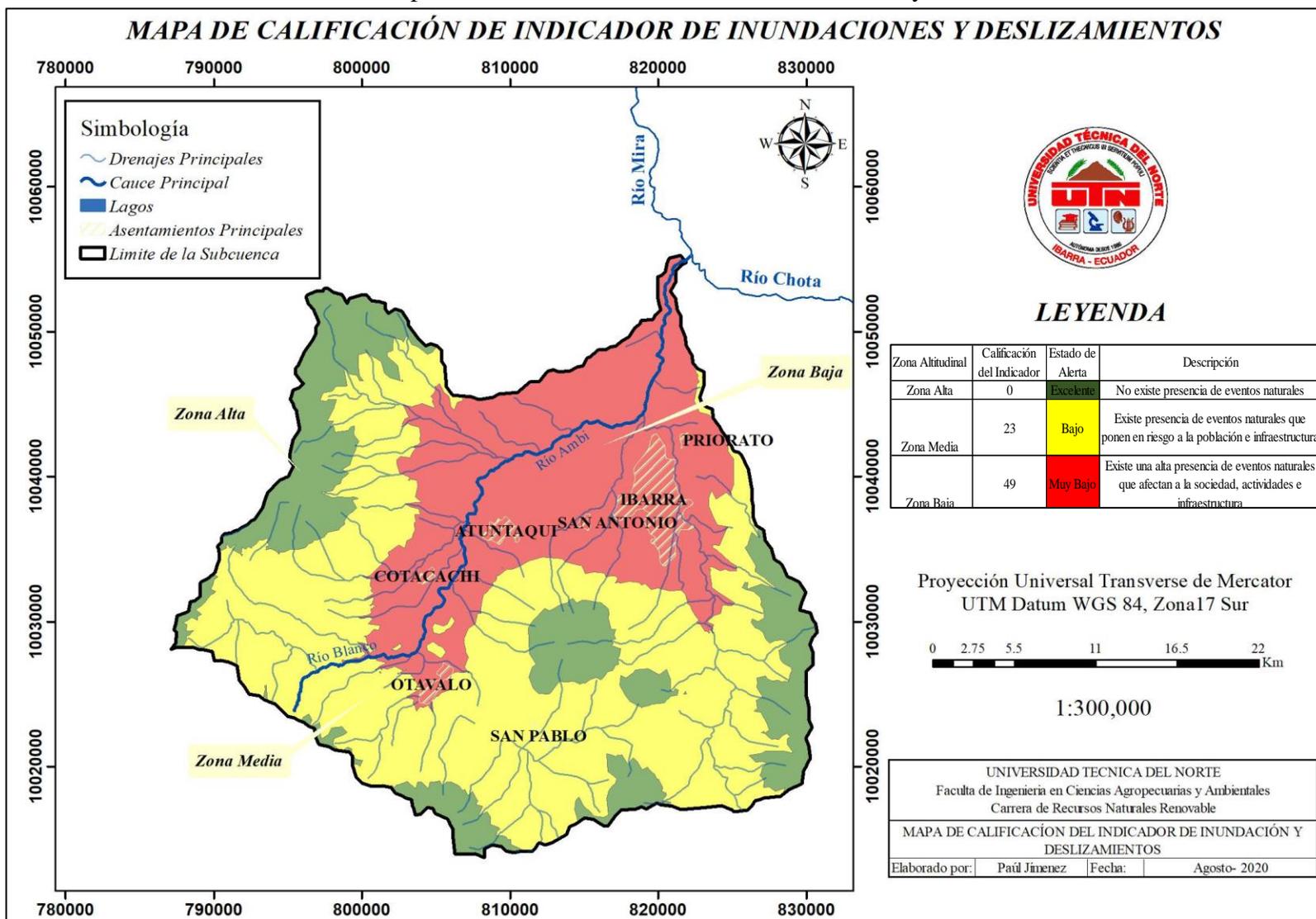
Anexo 12. Mapa de Calificación del Indicador de Cobertura Natural



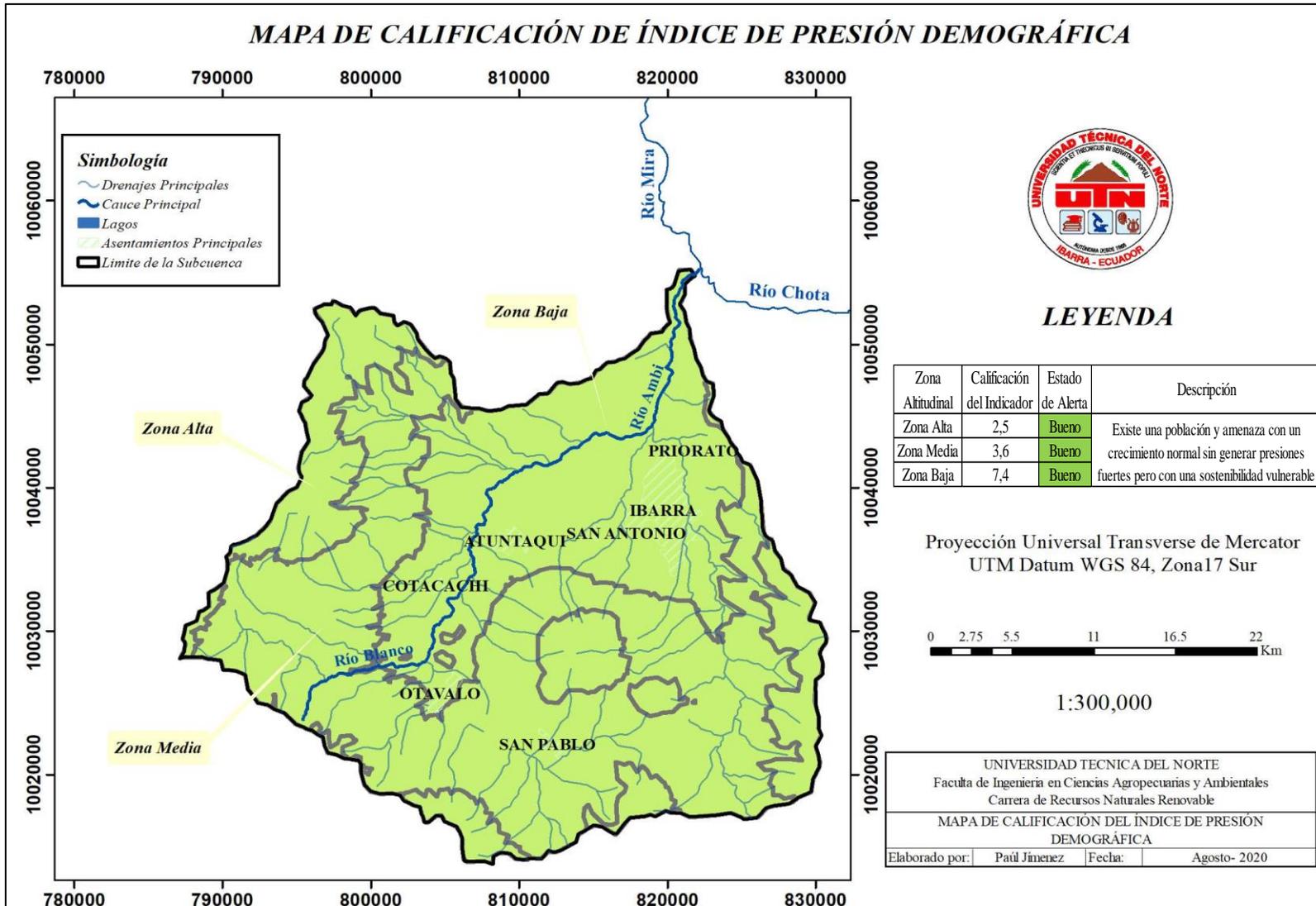
Anexo 13. Mapa de Calificación del Índice de Criticidad Ambiental



Anexo 14. Mapa de Calificación del Indicador de Inundación y Deslizamiento



Anexo 15. Mapa de Calificación del Índice de Presión Demográfica



Anexo 16. Mapa de Calificación del Indicador de Oportunidades de Gobernanza

